

जेट-यान

JET PLANES

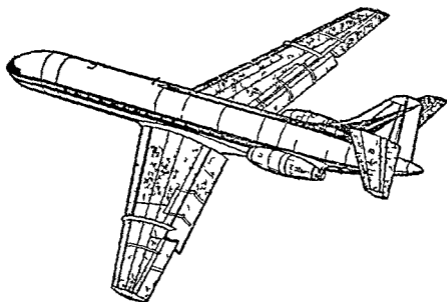
WORK LIKE THIS



मानव ससाधन विकास मन्त्रालय (शिक्षा-विभाग) भारत सरकार द्वारा स्वीकृत

जेट-यान

जॉन डब्ल्यू आर टेलर



जॉन डब्ल्यू टेलर द्वारा
63 चित्रों से सुसज्जित

अलंकार प्रकाशन
666 भील, दिल्ली-110051

Hindi translation of 'JFT PLANES Work Like This'

by John W R Taylor

By arrangement with

J M Dent & Sons Ltd , London

कन्द्रीय हिन्दी निदेशालय (शिक्षा-मन्त्रालय) भारत सरकार क सहयाग सं
शार्यान्वित लार्डप्रिय पस्तका की प्रकाशन-योजना कै अतगत स्वीकृत एव
केपिटल बुक हाउस दिल्ली क निमित्त अलकार प्रकाशन स प्रकाशित

अनुवादक
एन के जैन

पुनरीक्षक
के एन दुवे

मूल्य
पचास रुपये (50 00)

सस्करण
दूसरा 1990

प्रकाशक
अलकार प्रकाशन
666 भील दिल्ली-110051

मुद्रक
वावेरी प्रिन्टर्स प्रा० लि० नई दिल्ली-110002

दो शब्द

हिन्दी के विकास और प्रसार के लिए शिक्षा तथा युवक सेवा मंत्रालय के तत्वावधान में पुस्तक के प्रकाशन की विभिन्न योजनाएँ कायाचित की जा रही हैं। हिन्दी में अभी तक ज्ञान विज्ञान के क्षेत्र में पर्याप्त साहित्य उपलब्ध नहीं है, इसलिए ऐसे साहित्य के प्रकाशन की विशेष प्रोत्साहन दिया जा रहा है। यह तो आवश्यक है ही कि ऐसी पुस्तकें उच्च कोटि की हों, किन्तु यह भी जरूरी है कि वे अधिक महंगी न हों ताकि सामान्य हिन्दी पाठक उन्हें खरीदकर पढ़ सकें। इन उद्देश्यों को सामन रखते हुए जो योजनाएँ बनाई गई हैं, उनमें से एक योजना प्रकाशकों के सहयोग से पुस्तकें प्रकाशित करने की है। इस योजना के अधीन भारत सरकार निश्चित सख्या में प्रकाशित पुस्तक की प्रतिमा खरीदकर उन्हें मदद पहुंचाती है।

प्रस्तुत पुस्तक इसी योजना के अंतर्गत प्रकाशित की जा रही है। इसके अनुवाद और कापीराइट आदि की व्यवस्था प्रकाशक ने स्वयं की है तथा इसमें शिक्षा तथा युवक सेवा मंत्रालय द्वारा निम्न शब्दावली का उपयोग किया गया है।

हमें विद्वान है कि प्रकाशकों के सहयोग से प्रकाशित साहित्य हिन्दी को समृद्ध बनाने में सहायक सिद्ध होगा और साथ ही उसके द्वारा ज्ञान विज्ञान से सम्बंधित अधिकाधिक पुस्तकें हिन्दी के पाठकों को उपलब्ध हो सकेंगी।

आशा है, यह योजना सभी क्षेत्रों में लोकप्रिय होगी।

के द्रीय हिन्दी निदेशालय
शिक्षा तथा युवक सेवा मंत्रालय

ए चक्रहालय

निदेशक

विषय-सूची

	पृष्ठ
यह जेट युग है	9
जेट इंजन का आविष्कार किसने किया ?	11
जेट इंजन किस प्रकार काय करता है	16
पहले जेट विमान	24
नौदक की पुनर्स्थापना	31
जेट परिवार	41
आकाश में नई आकृतियाँ	53
जेट का भविष्य	62
मल्लरिक्ष म	72
पारिभाषिक शब्दावली	80

डब्ल्यू टी ग म्टन का उनकी कृपाशुता के लिए एव रस पुस्तक
की पाण्डुलिपि री जाच करन म उनके सहयोग देने पर, तथा
मस टरबाइस एण्ड जेट प्रोफेशन म प्रस्तुत जी जॉफरी स्मिथ
द्वारा बनाए गए निदश चित्रा के आधार पर चित्र बनाने की
संकीर्ति पान पर पलाइट इण्टरनेशनल का

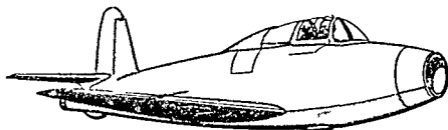
धन्यवाद ।

यह जेट युग है

1941 के ग्रीष्म में एक दिन रॉयल एयर फोर्स हरोकिन लडाकू विमान के पायलट ने दक्षिणी इंग्लैंड के ऊपर आकाश में एक विचित्र वायुयान देखा। वह बहुत सावधानी से उसकी ओर बढ़ा क्योंकि यह युद्ध-काल था और इस प्रकार के विचित्र आकार प्रायः मुसीबत के लक्षण होते थे।

वह मित्र मालूम पड़ता था—वह एक छोटा और मोटा-सा मोनो-प्लेन था जिसके छद्मावरण का ऊपरी भाग हरे और भूरे रंग का था तथा नीचे का भाग पीला था।

वह जल्दी ही उसके समीप पहुँच गया और उसने देखा कि उसके घड़ और पंखों पर R A F का चिह्न बना हुआ था, यहाँ तक कि उसका पायलट वायुयान के काकपिट के ढकने के पर्स्पेक्स के पीछे से उसे झाँक रहा था।



ग्लोस्टर-ग्लैडिएटर E 28/39—ब्रिटेन का पहला जेट-विमान।

फिर भी यह वायुयान कुछ विचित्र, बल्कि कुछ अशुभ भी था—यदि वह उसके समीप की वायु में फँसी हुई भयानक सीटी को भा सुन लेता तो उसका सदेह और भी दृढ़ हो जाता।

यन्त्रायक हरोकिन के पायलट ने एक ऐसी चीज़ देखी जिससे उसे सदेह होने लगा कि कहीं वह स्वप्न तो नहीं देख रहा है। इस वायुयान में कोई नोदक ही नहीं था।

वह अभी यह जानने का प्रयत्न ही कर रहा था कि यह सब क्या है कि वायुयान तेज़ी से दूर जाने लगा और लगातार तेज़ होता गया

और उसकी सीटी अब काता का बधा वाला चाख में बदल गई और मन्त में जब वह सफ़द रई जिस बाद नो म गायब हो गया तो यह चाख मन्द होकर खत्म हो गई ।

वह परेशान लडाकू युवा पायलट बाम मिनट बाद वापस अपने अड्डे पर लौट आया ।

आजकल हम बिना नादक के, जेट-नादित वायुयान देखने के अभ्यस्त हो गए हैं । परन्तु 1941 में वह छाटा ग्लोस्टर व्हिटल (Gloster-Whittle) E 28/39—वह वायुयान जिस हराकन कपायलटने दखा था— ब्रिटेन के वायुयान उद्योग का एक बडा नारी रूस्य था ।

यहाँ तक कि रायल एय फाम के भी कम है, लाग इसके बारे में जानते थे, और हम निश्चय ही यह नहीं चाहते थे कि हमारे दुश्मनों को पता चले कि यह इतनी कुशलता से काय करता है कि ग्लास्टर कम्पनी इसी नये क्रांतिकारी प्रकार के इंजन-युक्त युग्म-जेट लडाकू विमान तयार करने में लगी है ।

हमें पता था कि इटली वाले भी जेट में रुचि रखते हैं । उ होन कपरोनी कम्पनी N 1 (C pron Campini N 1) नामक एक अजीब-से देखने वाले मानोप्लेन (Monoplane) के चित्र प्रकाशित किए थे जो अगस्त 1940 से उड़ाया जा रहा था । किसी न इस पर गनीरता से ध्यान नहीं दिया क्योंकि इसका प्रणोदी जेट उन्पन्न करन वाला पखा 900 अश्वशक्ति के एक साधारण पिस्टन-इंजन से चलता था—इस व्यवस्था को ब्रिटेन के अग्रगामी जेट-निर्माता सर फ्रैंक व्हिटल ने देकार मनकर इसका बहिष्कार कर दिया था ।

वास्तव में, N 1 का अधिकतम दग 233 मील प्रति घटा (मी प्र घ) और इसे 13 000 फट ऊपर चढ़ने में 53 मिनट गते थे ।

हमें उस समय यह ज्ञान नहीं था कि छुप तौर से जमना न इटली वालों से और हमसे भी दाजी नार लो था और युद्ध शुरू हान से कुछ दिन पहले ही अर्थात् 27 अगस्त 1939 का प्रथम सफ़ा जेट-वायुया हाइकेल ही-178 (Heinkel He-178) उडा चुके थे और जेट-लडाकू विमान बनाने का पूरा पूरा प्रयत्न कर रहे थे ।

परन्तु वे भी जेट नौदन के 'आविष्कारक' नहीं थे ।

जेट-इंजन का आविष्कार किसने किया ?

इस प्रश्न का सही उत्तर तो यह है कि हम नहीं जानते ।

इसका कुछ श्रेय सर आइजक न्यूटन को है क्योंकि गुरुत्व नियम की खोज—जबकि एक सेव उनके सिर पर आन पडा था—के साथ-साथ गति के तीसरे नियम में उन्होंने लिखा था कि "प्रत्येक क्रिया की एक समान तथा विपरीत प्रतिक्रिया होती है" ।

इस रूप में लिखा हाने पर यह बड़ा मामूली तथा अनाकर्षक मालूम पडता है—इसी प्रकार के कथनों से स्कूल की पाठ्य-पुस्तकों भरी होती हैं और यही कारण है कि भौतिकी के पाठ, जो रोचक और उत्तेजक होने चाहिए, वे प्रायः बहुत कठिन मालूम पडते हैं ।

फिर भी न्यूटन का गति सम्बन्धी तीसरा नियम न केवल सभी जेट-इंजनों के डिजाइन तथा सन्निया का आधार है बल्कि यह भी बतलाता है कि किस प्रकार रॉकेट-इंजनों में लक्ष अन्तरिक्ष-यान आकाश में तेजी से उडते हुए चन्द्रमा और हमारे सौर-परिवार के अन्य ग्रहों तक जा सकते हैं ।

कई लोगों का अब भी यह विश्वास है कि जेट या रॉकेट विमान की रचना गैमो का उसके पीछे की वायु पर जो दाव पडता है उसी से वह चलता है । यदि यह सच होता, तो जो इंजन आज प्रचलित हैं उनसे हम अंतरिक्ष का यात्रा कभी नहीं कर सकते थे क्योंकि रॉकेट को आगे धक्का देने के लिए अंतरिक्ष में कोई वायु नहीं है ।

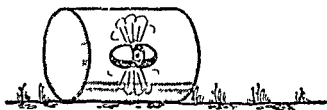
वास्तव में एक जेट या रॉकेट ठीक उसी प्रकार कार्य करता है जैसे कि पिस्टॉल इंजन और नोदक अर्थात् वायु को पीछे धकेलकर, जिसमें न्यूटन के नियम के अनुसार, प्रतिक्रिया से वायुयान आगे की दिशा में नोदित होता है ।

तब ?

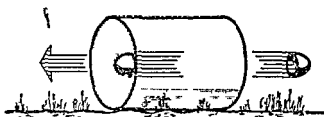
इसके लिए करना चाहिए कि आप किसी व्यक्ति के सामने वर्फ-सोटिंग रिफ पर खडे हैं और माप उसे धकेलते हैं । वह गोले की तरफ जाएगा—और आप भी गोले की तरफ ही जाएंगे ! यही प्रतिक्रिया है ।

यदि आपकी समझ में यह नहीं आ रहा है कि स्वेटिंग का जेट-

विमानों से क्या सम्भव है तो आप कल्पना कीजिए कि यदि रद्दी की बाल्टी में एक बम फटकर दो भागों में टूट जाए तो क्या होगा जबकि वह इस प्रकार पड़ी हो



जैसे ही दो भाग टूटकर अलग हान हँ, उनमें से एक भाग रद्दी की बाल्टी के खुले भाग में निकलकर उड़ जाएगा और उसका इसमें कोई और योगदान नहीं होगा। दूसरा अथ भाग बाल्टी के तले से टकराएगा जिससे वह निम्न रूप में गति करेगी



जेट-इंजन का एक अच्छे प्रकार की बाल्टी के रूप में माना जा सकता है जिसमें ईंधन और वायु के मिश्रण से एक दहनशील गैस बनती है जो लगातार जलती रहती है। इससे बहुत अधिक ऊर्जा मुक्त होती है जिससे गैस फैलकर इंजन के पिछले भाग के एक छिद्र से बड़े वेग से निकलती है।

यह न्यूटन के नियम की 'क्रिया' (action) है जमा कि स्क्विटिंग रिक पर धकेलना या रद्दी की बाल्टी में बम था। विपरीत दिशा में 'समान तथा विपरीत प्रतिक्रिया' होती है जो इंजन के ढाँचे पर धक्का लगाती है और वह आगे बढ़ने लगता है। पीछे में निकलने वाली गैसें भी काय करती हैं जिनके बारे में हम आगे बताएंगे।

अभी तो हम यह पता लगाते हैं कि प्रतिक्रिया में गति उत्पन्न करने की यह विधि—जिसे प्रतिक्रिया-नादक (reaction propulsion) कहते हैं—सबसे पहले कब उपयोग में लाई गई थी।

जल्दी ही यह स्पष्ट हो जाता है कि सरलतम रूप में जेट-इंजन इतना नया नहीं है जितना कि हम अनुमान था। वास्तव में इसका उदाहरण

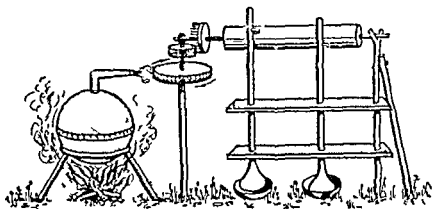
दो हजार वर्ष पूर्व तक मिनता है। इसके आविष्कारक अलेक्जेंड्रिया के दार्शनिक हीरो (Hero) ने इसे जेट-इजन नहीं कहा था, परन्तु उसका 'एयोलिपाइल' (Aeolipile) उसी सिद्धांत पर कार्य करता था जो आज के विभिन्न शक्तिशाली जेट में प्रयुक्त होता है।



हीरो का एयोलिपाइल—'जेट इंजन' का सबसे पहला ज्ञात नमूना।

इसमें एक गोला होता था जो दो खोखले खम्भों के बीच घूम सकता था जिनमें से होकर भाग पर गयी 'उद बेतली' में उत्पन्न भाप गोले में जाती थी। गोलों के विपरीत भागों में L-आकार की दो माधारण नलियाँ लगी थी और इनमें निकलने वाली भाप में बने जेट से जो प्रतिक्रिया होती थी उसमें गाला घूमने लगता था।

यह माना जाता है कि 'एयोलिपाइल' का ही एक रूप मंदिरों के भारी द्वार खोलने के लिए प्रयुक्त किया जाता था परन्तु 1629 तक उसमें और कोई प्रगति नहीं हुई, जब जिओवानो ब्राका (Giovanni Branca)

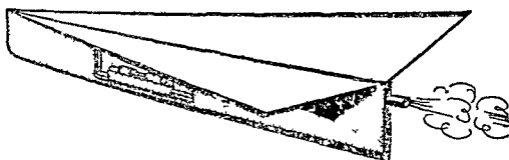


ब्राका को धारम्भिक भाप-टुरबाइन जिसे एक बूटने वाली मशीन को चलाने के लिए उससे जोड़ा गया है।

नामक एक इटैलियन ने भाप-टरबाइन का एक आरम्भिक नमूना बनाया। उसका विचार था कि एक शक्तिशाली भाप का जेट एक पत्तेदार पहिए पर डाला जाए जिसे लकड़ी के स्प्रिंग दातेदार पहिए के साथ सम्बन्धित करके सरल मशीनें चलाई जा सकें।

उसका यह आविष्कार सैकड़ों वर्ष समय-पूर्व था, जब उसे सफल बनाने के लिए उपयुक्त सामग्री और अनुभव प्राप्त न था। परन्तु आज कल की औद्योगिक भाप-टरबाइनों और जेट-इजनों में यही मूल सिद्धान्त प्रयुक्त होता है।

अन्य आविष्कारकों ने, हीरो की भांति, जेट से ही सब काम लिया जिसमें टरबाइन और चानक-शीपट की कोई भी जटिलता नहीं थी, और 1867 में बटलर और ऐडवड्स नामक दो अंग्रेजों ने एक जेट-नोदित वायुयान का एक नमूना कराया और इस प्रकार इतिहास में उनका नाम भुलाया नहीं जा सकता। और तो और हमारे आधुनिक उच्च वेग वाले विमानों की तरह उसमें डेल्टा-पख (delta-wings) भी थे।



बटलर और ऐडवड्स का भाव चालित डेल्टा-पख जेट का नमूना, 1867।

जब 1903 में राइट बन्धुओं ने सिद्ध किया कि वायुयान उड़ाया जा सकता है तो जेट-नोदन में फिर से रुचि बढ़ी क्योंकि यह महसूस किया गया था कि उस आदि 'छड़ एक घागे' वाले वाक्स-काइट (Box-kite) वाइप्लेन को जमीन से ऊपर उड़ाने का एकमात्र यही तरीका हो सकता था कि उसके इतनी को जहा तक सम्भव हो सरल और हल्का होना चाहिए।

दुर्भाग्यवश, कोई भी योजना सफल नहीं सकी क्योंकि इजनों इतना बड़ा जेट उत्पन्न नहीं कर सकते थे जो प्रभावी हो सके और जल्दी ही पिस्टन-इजनों और नोदक वायुयानों के नोदन के लिए प्रामाणिक साधन माने जाने लगे।

जैसा कि पहले बताया जा चुका है उनमें भी यूटन के गति के

तीसरे नियम का उसी तरह प्रयोग होता है जैसा कि जेट-इजन में। मूल प्रश्न यह है कि नोदक से वायु के चौड़े स्तम्भ को काफी धीरे-धीरे पीछे हटाकर प्रतिक्रिया उत्पन्न की जाती है जब कि जेट-इजन वायु के पतले स्तम्भ को बहुत तेजी से पीछे फेंकता है।

वायुयान के इतिहास में काफी पहले ही यह स्पष्ट हो चुका था कि जब तक वह नोदक पर निर्भर रहेगा वह कभी भी बहुत अधिक चाल या ऊँचाई प्राप्त नहीं कर सकेगा। 30 000 फुट से ऊपर वायु इतनी विरल होती है कि नोदक काफी रायु ग्रहण नहीं कर सकता और रुठ नोदको को उच्चतर चाल में घुमाए जाने की भी एक सीमा है।



एक नोदक वायु के चौड़े स्तम्भ को काफी धीरे-धीरे पीछे फेंकता है। जेट-इजन वायु के पतले स्तम्भ को बहुत तेजी से पीछे फेंकता है।

फ्रांस में लोरी और मेलो (Lorin and Melot) तथा इंग्लैंड में हैरिन जैमे इजीनियरो का विद्वान था कि यह वायु जेट-इजन से हो सकता है और उन्होंने इसमें इतनी प्रगति की कि फानबोरो (Farnborough) के रॉयल वायुयान सम्वान को 1926 में इसमें काफी रुचि पंदा हुई।

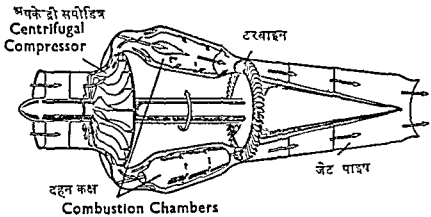
परन्तु इस कहानी की अन्तिम सफलता का आरम्भ दो वर्ष बाद ही हो सका जब ट्रेनवेल के रॉयल एयर फोर्स कॉलिज के एक युवा कंडेक्ट ने 'वायुयान निर्माण में भारी विचार' पर एक शोध-निबन्ध लिखा।

RAF का सबसे तेज चलने वाला लडाक् 1928 में केवल 150 मी प्र. घ की चाल से उड़ता था, परन्तु उसे उस समय की प्रतीक्षा थी जब वायुयान 500 मी प्र. घ की चाल से इतनी ऊँचाई पर उड़ सकेंगे जहाँ वायु समुद्र-तल की तुलना में अत्यधिक विरल हो। पिस्टन-इजन और नोदको से यह कभी सम्भव नहीं हो सकता था और उसने नोदको को चलाने के लिए रॉकेट या जेट-इजन का उपयोग किए जाने का सुझाव दिया।

उसका नाम था फ्रैंक व्हिटल (Frank Whittle)।

जेट-इजन किस प्रकार कार्य करता है

अभी तक हमने केवल इतना ही जाना है कि जेट-इजन, वायु के एक पतले स्तम्भ का बड़ी तेजी के साथ पीछे धकेलकर, प्रतिक्रिया के सिद्धांत पर काय करता है। फ्रैंक व्हिटल ने अपने सिद्धान्त का किस प्रकार एक सफल वायुयान शक्ति सयत्र में परिवर्तित किया इसका पूरा वर्णन प्रस्तुत करने से पहले हम उसके सबसे महत्वपूर्ण अंगों के बारे में कुछ जान लेना चाहिए।



गाबलिन टर्बोजेट की रेखाङ्कित

सबसे पहली चीज तो यह है कि इसका उपयुक्त पारिवारिक नाम गैस-टरबाइन है क्योंकि इजन का मुख्य भाग एक टरबाइन ही होता है जो तप्त गैस जेटों के एक घेरे से उच्च चाल से घुमाया जाता है। और लडाकू विमान तथा उच्च-चाल वाले वायुयानों में जिस प्रकार की गैस-टरबाइन प्रयुक्त होती है उसे टर्बोजेट कहते हैं।

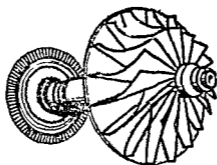
ब्रिटिश लडाकुओं के लिए शक्ति सयत्र के रूप में बनाए गए टर्बोजेटों में से एक ऊपर चित्रित किया गया है, इसका नाम 'दे हैविलण्ड गॉबलिन' (de Havilland Goblin) है, यह व्हिटल के डिजाइन पर बने सरल टर्बोजेट का एक अच्छा उदाहरण है। यदि आप इसे अन्दर से देखें तो यह काफी जटिल मालूम पड़ता है परन्तु मूलतः इसमें एक ही

गतिमान अग्र है—एक शैफ्ट जिमके अग्र सिरे पर एक सम्पीडित और पश्च सिरे पर एक टरवाइन लगी है।



ये टरवाइन पटल टरवाइन की डिस्क में 'फर वृक्ष' की जडों की तरह लगे होते हैं, यही विधि सस्रार के अधिकांश इंजन निर्माताओं द्वारा प्रयुक्त की जाती है।

गॉबलिन के सम्पीडित्र में एक डिस्क और त्रिज्य फटाक होते हैं, और इसकी टरवाइन भी एक डिस्क के रूप में होती है जिसके घेरे में 83 छोटे नोदक-नुमा पटल (जिन्हें अमरीका में 'बकेट' अर्थात् बान्टी कहते हैं) होते हैं। इस प्रकार पूरा शैफ्ट संयोजन देखने में ऐसा लगता है



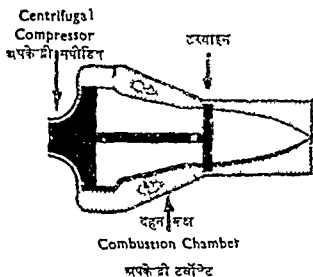
शैफ्ट पर लगे अंपकेट्री सम्पीडित्र और टरवाइन 1

सम्पीडित्र और टरवाइन के बीच में 16 पृथक् वृत्ताकार दहन-कक्षों का एक घेरा होता है और पूरे इंजन का रेखाचित्र उससे अधिक विस्तार के साथ नहीं बनाया जा सकता जितना कि अगले चित्र (पृ 18) में दिखाया गया है।

इसमें ऐसा होता है कि वायु इंजन के अग्र भाग से ली जाती है और सीधी सम्पीडित्र में भेजी जाती है जो अधिकतम चाल पर 10,000 चक्र प्रति मिनट तक की दर से घूमता है।

यह वायु जो 40 फीट वर्ग इंच तक संपीडित हो जाती है अब बक्र फलकों से पीछे इंजन के चारों ओर स्थित दहन-कक्षों में भेजी जाती है।

वहाँ पर ईंधन-ज्वालक दहन-नक्ष में जलता हुआ मिट्टी का तेल छोटते हैं जो सम्पीडित वायु के साथ एक मिश्रण बनाता है जिसमें नाप बढ जाता है और गैसों की ऊर्जा इतनी अधिक बढ जाती है कि वे ईजन के पीछे में निकलने के लिए टरबाइन के पटलों के पास बहुत तीव्र गति से प्रसारित होती हैं।



इससे टरबाइन इतनी तेजी से घूमती है कि उससे 6000 से भी अधिक अश्वशक्ति उत्पन्न होती है। और चूकि टरबाइन और सम्पीडित एक ही शाफ्ट के विपरीत सिरो पर लगे होते हैं इसलिए यह शक्ति सम्पीडित को चलाने के लिए प्रयुक्त होती है जिससे कि कुछ प्रयत्न चालू रहता है।

टरबाइन के पटलों से गुजरने के बाद भी गैसों में काफी ऊर्जा रहती है और उन्हें एक पुच्छ-नली द्वारा नोंदक नोजिल में पहुँचाया जाता है जहा वे 1000 मी प्र घ में भी अधिक वेग से निकलती हैं।

सपाट दौड़ता हुआ गाँवलिन 100 टन वायु प्रति घटा लेता है और इतनी वायु-भार के अत्यधिक वेग से निष्कासन के कारण अग्र दिशा में 3500 पाँड प्रणोद उत्पन्न होता है।

इसी प्रतिक्रिया से उस वायुयान का नोदन होता है जिसमें टर्बोजेट होता है, इसलिए टर्बोजेट की शक्ति हमेशा 'पाँड प्रणोद' ('pounds thrust') में व्यक्त की जाती है।

परन्तु यह याद रखना चाहिए कि बल या प्रणोद स्वयं शक्ति नहीं होता। बल और चाल का गुणनफल शक्ति होता है। टर्बोजेट और पिस्टन-

इजन की शक्तियों की तुलना करने से पहले हमें इसे अच्छी तरह समझ लेना चाहिए। फिर भी मीथी तुलना आसान नहीं है, परन्तु निम्नलिखित सूत्र से काफी विश्वस्त परिणाम प्राप्त होंगे और कम-से-कम ध्वनि में कम वेग के लिए तो होंगे ही (यह वेग समुद्र-तल पर 760 मी प्र घ और और 36,000 फुट पर 660 मी प्र घ होता है)

$$\text{अश्वशक्ति} = \frac{\text{पौंड प्रणोद} \times \text{वायुयान की चाल}}{375}$$

इस प्रकार यदि गॉबलिन इजन-युक्त कोई वायुयान पूरी शक्ति पर 500 मी प्र घ की रफतार से उड़ रहा हो तो इजन से उत्पन्न तुल्य अश्वशक्ति

$$\frac{3500 \times 500}{375}, \text{ या } 4667 \text{ अश्वशक्ति}$$

होगी।

इससे अच्छी तरह स्पष्ट हो जाता है कि टर्बोजेट से वायुयानों की कार्यक्षमता में इतनी जबरदस्त प्रगति कैसे हो सकी। इसका कारण यह है कि गॉबलिन का भार केवल 1630 पौंड होता है जबकि अधिकतम शक्ति वाला आधुनिक पिस्टन-इजन, जो 1100 अश्वशक्ति कम उत्पन्न करता है, 3682 पौंड भार का होता है।

भार में यह वचन कुछ हद तक इसलिए लाभहीन हो जाती है कि गैस-टर्बाइन के इजन बहुत प्यासे होते हैं, पिस्टन-इजनों की तुलना में वे काफी अधिक तेजी से ईंधन हड़पते हैं इसलिए समान दूरी की उड़ान के लिए ईंधन का काफी अधिक भार ले जाना पड़ता है। परन्तु पिस्टन-इजन 50,000 फुट या उससे अधिक ऊंचाई पर 500 मी प्र घ से अधिक वेग प्राप्त करने में असमर्थ हैं—इसलिए यदि हम अच्छी कार्यक्षमता चाहते हैं तो हमें अधिक ईंधन खर्च करना पड़ेगा।

इसके अलावा गॉबलिन एक आरंभिक प्रकार का टर्बोजेट है और इसे केवल सरलता के लिए ही उदाहरणस्वरूप चुना गया था। जब यह बैम्पायर लडाकू विमान के लिए सबसे पहले निर्मित किया गया था तब से उसके डिजाइन में काफी प्रगति हो चुकी है, और तुल्य प्रणोद के प्रतिरूपी आधुनिक ब्रिटिश टर्बोजेट, 3410 पौंड प्रणोद के रील्स-रॉडम क्रिस्टल वाइपर-522, का भार केवल 756 पौंड है जोकि गॉबलिन के

भार के आघे से भी कम है ।

पिस्टन-इजनो की तरह टर्बोजेट की दक्षता और शक्ति मुख्यत प्राप्त सम्पीडन की कोटि पर निर्भर करती है और डिजाइन में जो विकास होते हैं वे 'दाब अनुपात' नामक राशि को बढ़ाने की दृष्टि से होते हैं । -

गॉवलिन के सबसे अच्छे नमूने का दाब अनुपात 3.67 1 था, जिसका अर्थ है कि यदि इजन में वायु सामान्य समुद्र-तल दाब 14.7 पाँड प्रति वर्ग इंच पर प्रवेश कर रही हो तो वह 14.7×3.67 या लगभग 54 पाँड प्रति वर्ग इंच सम्पीडित होकर दहन-कक्षों तक पहुँचेगी ।

इस प्रकारके इजनो का दाब अनुपात बढ़ाने की एक सरल विधि यह है कि पहले सम्पीडित्र के पीछे एक दूसरा सम्पीडित्र लगा देते हैं जिससे आगे वाले सम्पीडित्र से निकली हुई सम्पीडित वायु को दूसरे सम्पीडित्र से भी होकर गुजरना पड़ता है और दहन-कक्षों तक पहुँचने से पहले वह और भी अधिक सम्पीडित होकर जाती है ।

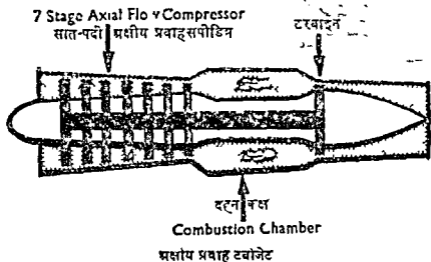
इस व्यवस्था को द्वि पदी सम्पीडित्र (two stage compressor) कहते हैं और इससे काफी अधिक शक्ति प्राप्त होती है हालाँकि अतिरिक्त सम्पीडित्र को चलाने के लिए टर्बाइन को नोदक गैसों में और अधिक ऊर्जा लेनी पड़ती है और फिर भार भी अधिक हो जाता है ।

आम तौर से जब अधिक शक्ति की जरूरत होती है तो निर्माता बिल्कुल भिन्न प्रकार के सम्पीडित्रों का उपयोग करते हैं ।

गॉवलिन में जिस सम्पीडित्र का उपयोग होता है उसे अपकेन्द्री सम्पीडित्र कहते हैं क्योंकि यह वायु को पार्श्व में या अपकेन्द्री रूप में फेंकना है । इस प्रकार के इजन को प्रायः अपकेन्द्री टर्बोजेट कहते हैं ।

अधिकांश आधुनिक उच्च-शक्ति वाली गैस-टर्बाइनो में एक चीज होती है जिसे अक्षीय-प्रवाह सम्पीडित्र (axial flow compressor) कहते हैं । उसमें वायु सीधे (अक्षीय रूप से) सम्पीडित्र डिस्को की श्रेणी में गुजरती है जिनके घेरो में पटल लगे रहते हैं । वे टर्बाइन की डिस्कों के समान दिखाई पड़ती हैं । इस प्रकार के घने सम्पीडित्र में यदि सात डिस्के हों तो उसे सात-पदी अक्षीय प्रवाह सम्पीडित्र कहते हैं ।

दो-पदी (two-stage) अपकेन्द्री सम्पीडित्र की भाँति जब वायु एक-एक पद में होकर गुजरती है तब वह अधिकाधिक सम्पीडित होती जाती है और 10 000 पाँड प्रणोद की श्रेणी वाले काफी शक्तिशाली अक्षीय-प्रवाह टर्बोजेट में 16 सम्पीडन पद तक हो सकते हैं जिससे की 12.5-1



का दाब अनुपात या 183.75 ($=14.7 \times 12.5$) पाइ प्रांत वर्ग इंच तक का दाब उत्पन्न हो सकता है।

जैसा कि हम आगे देखेंगे कई प्रकार के अक्षीय-प्रवाह टर्बोजेट होते हैं। दहन-कक्ष के भी नये-नये रूप बनाए गए हैं जो सम्पीडितो द्वारा ठूसी जाने वाला वायु के अर्धकाधिक पारमाणो को सभाल सकत हैं।

सभी आरम्भिक ब्रिटिश टर्बोजेटो मे पृथक्-पृथक् कक्ष होते थे जिनमे एक अन्दर वाली ज्वाला-नालिका होती थी। उसमे दहन होता था और वह एक बाहरी खाल मे इस प्रकार फिट करके रखी जाती थी कि उनके बीच मे शीतकारी वायु प्रवाहित की जा सके जैसा कि नीचे दिखाया गया है



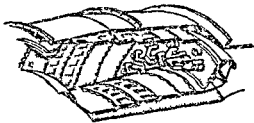
साधारण दहन कक्ष।

सम्पीडित से आनेवाला वायु उसको दीवारो के छिद्रों से भीतरी ज्वाला-नालिका मे जाती है। इधर सप्लाई पाइप और ज्वालक भीतरी ज्वाला-नालिका के कोने मे होते हैं।

कई अद्यतन उच्च-शक्ति वाले टर्बोजेटो मे अब एक अकेला बलयाकार (छल्ले के आकार का) कक्ष होता है जिसमे इजन के गिद स्थित दो बेलनाकार दीवारो के बीच मे दहन होता है क्योंकि इससे इजन के किसी व्यास के लिए सबसे बडा काट-क्षेत्र (cross sectional area) प्राप्त होता है। दूसरी मे, विशेषकर 10,000 पाँड प्रणोद वाले प्रैट एच ह्विटने J 57

(Pratt and Whitney J 57) में, दो बलयाकार कक्षों का संयोजन होना है जिसे 'कैनुलर' (cannular) दहन-कक्ष कहते हैं क्योंकि उनमें कई पृथक्-पृथक् ज्वाला-नलिकाएँ होती हैं [जिन्हें अमरीका में 'कैन' (cans) कहते हैं] जो एक बाहरी बलयाकार कक्ष के अन्दर रहती हैं।

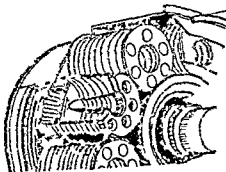
टर्बोजेट के मुख्य अंगों के बारे में इतना ही वर्णन देंगे।



एक बलयाकार (छल्ले के आकार का) दहन-कक्ष का पटा भाग जिसमें दो भीतरी दीवारों के बीच ठुक के आकार की वायु और ईंधन सप्लाई नलिकाएँ दिखाई गई हैं।

बाकी भाग, जो महत्त्वपूर्ण है, सामने के पृष्ठ पर अंकित रोन्स-रॉइस विस्टल वाइपर-522 टर्बोजेट के काट रेखाचित्र में दिखाए गए हैं।

नािका-की-गोली में गियर होते हैं जो विद्युत्-स्टार्टरों द्वारा चलते हैं और गालाकार वायु अन्तर्ग्रही खोल (circular air intake casing) के नीचे लगे होते हैं और इस गियर से इजन-स्टार्टर का मुख्य सम्पीडित-टरबाइन शैफ्ट घूमता है। (अन्य प्रकार के इजनों के स्टार्टरों में एक जगत हुए छरों से निकली हुई गैसों का या आइसो प्रोपाइल-नाइट्रेट जैसे द्रव प्राणोदक की गैसों का या सम्पीडित वायु का उपयोग एक छोटी टरबाइन चलाने के लिए किया जाता है जो सम्पीडित-टरबाइन शैफ्ट को चलाती है।)



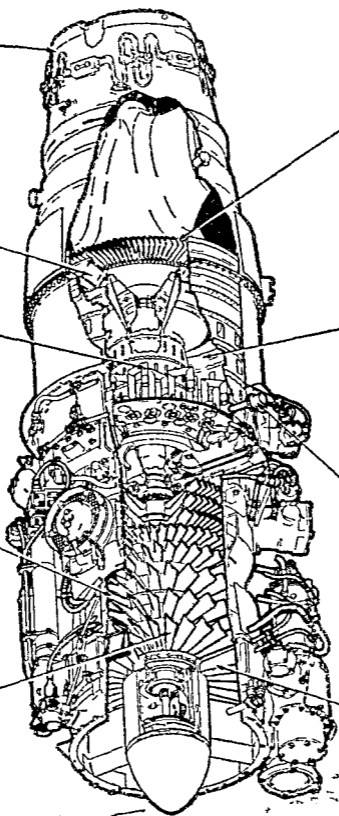
J 57 टर्बोजेट का 'कैनुलर' दहन-कक्ष, इसमें बाहरी बलयाकार छाल के अन्दर पृथक्-पृथक् ज्वाला-नलिकाएँ दिखाई गई हैं। इनमें से एक का पटा भाग दिखाया गया है।

Jet Pipe
जेट पाइप

Vaporiser Tubes
वाष्पकारी नलियाँ
Nozzle Guide Vanes
नाजल गाइड फ्लेक्स

Fixed Stator Vanes
फिक्स्ड स्टैटर फ्लेक्स

8-stage Compressor
आठ-पदी संपीड़न



Jet Guide Vanes
जेट गाइड फ्लेक्स

Igniter
स्वाचक

Annular Combustion Chamber
अणुवायु चक्रीय नदी

Turbine
टर्बाइन

Cutaway drawing of Viper turbojet
वाइपर टर्बोजेट का एक काट रेखाचित्र

11455

सम्पीडित के सामने प्रवेश मागदशक फलक की पक्तियाँ होती है जो वायु के सम्पीडन के प्रथम चरण पर पहुँचने से पहले उसके प्रवाह को सरल कर देती है। सम्पीडित डिस्क के चल (rotor) पटलो की प्रत्येक पक्ति के बीच में बाहरी खाल पर भी स्थिर (stator) पटलो की पक्तियाँ होती हैं जो वायु को विभिन्न चरणा से सरलता से गुजरने में मदद करती है।

वायु और ईंधन को बलयाकार दहन-कक्षों के अन्दर स्थित हुक के आकार की वाष्पन नलियों में रख दिया जाता है और इस मिश्रण को विद्युतीय विधि से प्रज्वलित किया जाता है। तप्त गैसों पश्च दिशा में गोजिल-गाइड फलकों की पक्ति से गुजरती है और वहाँ से टरबाइन के पटलो में गुजरकर जेट-पाइप से निकलती हैं। सम्पीडित-वायु को कुछ तप्त गैसों भीतर आने वाली वायु को गरम रखने तथा उड़ान के दौरान उसे जमाने से बचाने के लिए नलियों के द्वारा आगे ले जायी जाती है।

वाइपर-522 में एक-पद वाली टरबाइन होती है परन्तु दो-पदी टरबाइन में इन पदों के बीच में स्थिर स्टैटर पटलो की प्रायः एक और पक्ति होती है।

अन्त में, एक चालक-शैपट मुख्य शैपट के सामने से बेवल गियरिंग (bevel gearing) से इंजन के नीचे स्थित गियरबक्स तक जाता है, जो ईंधन-पम्प और विद्युत्-जनित्र जैसे यंत्रों को चलाने के लिए प्रयुक्त होता है।

अन्ततः यह शब्द गलत है, क्योंकि इसके अतिरिक्त और भी बहुत-कुछ है। जब हम अपने 'सरल' टर्बोजेट को बारीकी से देखते हैं तो पता चलता है कि वह इतना सरल नहीं होता। परन्तु फ्रैंक ह्विटल ने शुरू में जो इंजन तैयार किए थे वे वाइपर से बिल्कुल भिन्न थे।

पहला इंजन तो कुछ अप्रचलित तथा उपेक्षित पीतल के बाद्य उपकरण-सा लगता था।

पहले जेट-विमान

जब फ्रैंक ह्विटल ने प्रीनवेल छोड़ दिया और उच्च प्रशिक्षण के लिए प्रसिद्ध सेंट्रल फ्लाइंग स्कूल में भेजा गया तो उन्होंने अपने एक अध्यापक

को वायुयान के जेट-इजन के बारे में अपने विचार बसाए।

इनका विकास उमी प्रकार की योजना से हुआ था जो दस वर्ष बाद एक वास्तविक टर्बोजेट के कंपोनी-कंपोनी N 1 (Caprom-Campini N 1) में प्रयुक्त की गई। ह्विटल के अध्यापक ने बताया कि उसे अपनी योजना के बारे में सब कुछ वायु-मंत्रालय के तकनीकी अधिकारियों को बताना चाहिए।

उमने ऐसा ही किया, परन्तु उत्तर में उसे बताया गया कि यह असंभव है क्योंकि टर्बोजेट के अन्दर जो ताप उत्पन्न होगा उन्हें सहन करने के लिए दुनिया में कोई धातु नहीं है।

हालाकि मुख्य रूप से यह सही था परन्तु उसके मित्रों ने उसे इसका एकस्व प्राप्त करने के लिए जोर दिया और इस प्रकार 1930 में वे एकस्व रेखाचित्र प्राप्त हुए जिनमें एक आधुनिक प्रकार के टर्बोजेट के मूल लक्षणों की भलक मिलती है।

युवा आविष्कारकों के लिए जीवन प्रायः कम ही कृपालु होता है और जब उसके एकस्व को फिर से नया करने का समय आया तब ह्विटल उसे न कर सका। ऐसी बात ही थी कि यह कोई कठिन काम था, पर टरवाइन-निर्माण में निपुण ब्रिटिश थॉमसन-हाउस्टन कंपनी ने उसे बताया था कि जिस प्रकार के इजन का डिजाइन उसने तैयार किया है उसका एक ही नमूना तैयार करने की कीमत 60,000 पाउंड होगी।

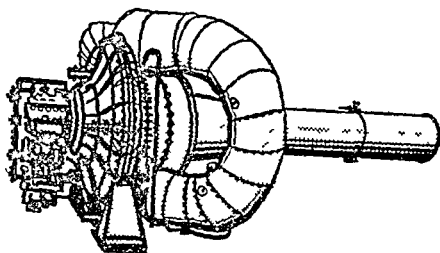
इस कहानी का अन्त यही हो जाता यदि थ्रैनवेल के उसके एक नूतनपूर्व कंडेक्ट साथी ने उसे कुछ ऐसे लोगों से न मिलाया होता जो उसके इजन के निर्माण के लिए धन दिला सकते थे। उन्होंने मिलकर पावर जेट्स लिमिटेड नामक एक कंपनी बनाई और ब्रिटिश थॉमसन-हाउस्टन कंपनी उसके लिए नकद भुगतान पर अलग-अलग भाग बनाने के लिए तैयार हो गई।

वायु-मंत्रालय इस बात के लिए तैयार हो गया कि यदि ह्विटल उन्हें अपने एकस्व और आविष्कारों का बिना मूल्य उपयोग करने दें तो वह इजन बनाने के लिए 6 घंटा प्रति सप्ताह कार्य कर सकता है।

उस प्रथम ब्रिटिश टर्बोजेट के बनाने में जितने प्रयत्न किए गए और कठिनाइयाँ आईं उनमें से कुछ का वर्णन *Great Moments in Flying* नामक पुस्तक में दिया गया है। यदि हम उनपर विचार करें तो वे जितनी विचित्र प्रबल लगती हैं उतनी उस समय नहीं लगती थी, यहाँ तक

कि जत्र कहीं कुछ गड़बड़ हाती थी तब ह्विटल निराश हो जाता था।

जैसी आशा थी, एक मुख्य समस्या यह थी कि उस समय ज्ञात सभी धातुएँ उस अकेले दहन-कक्ष में उत्पन्न ऊष्मा के कारण पिघल जाती थी जो इंजन के चारों तरफ घुमाव लेता हुआ टरबाइन के पटलों की तरफ निर्दिष्ट रहता था। परन्तु अतत मौड निक्ल कम्पनी ने अपनी



ह्विटल का मूल टर्बोजेट जिसमें एक अकेला घुमावदार दहन-कक्ष बिल्लिया गया है।

सबसे पहली विचित्र निमोनिक निकल मिश्रधातु तयार करनी शुरू कर दी और उस समय से ऊष्मा की समस्या हल हो गई।

जब पहला आदि प्ररूप इंजन तैयार हो गया जिसमें एक दहन-कक्ष के बजाय 10 छोटे दहन-कक्षों का एक घेरा था और वह जून 1939 में पूरे नियंत्रण में 16,000 चक्कर प्रति मिनट पर चल सकने में समर्थ हुआ तो वायु-मंत्रालय ने उसमें रुचि लेना शुरू कर दिया। उन्होंने एक इंजन बनाने के लिए कहा जो उड़ान-परीक्षण के लिए उपयोगी हो सके और ग्लॉस्टर कम्पनी के होशियार मुख्य इंजीनियर डब्ल्यू जी कार्टर को एक वायुयान तैयार करने के लिए कहा जिसमें वह इंजन लगाया जा सके।

इसके तुरंत बाद ही युद्ध शुरू हो गया और वायु-मंत्रालय ने यह निश्चय किया कि वह इस संयोजन के परीक्षण की प्रतीक्षा नहीं कर सकेगा। ब्रिटेन के युद्ध के समाप्त हो जाने के एक महीने बाद ही 1940 में उन्होंने ग्लॉस्टर से 80 जेट-लडाकू प्रति मास निर्मित करने की योजना तैयार करने के लिए कहा जिनमें से हर एक में दो नये प्रकार के ह्विटल W 2 टर्बोजेटों

से शक्ति प्राप्त की जाएगी जो उस समय तक कागज के टुकड़ों पर बने रेखाचित्र मात्र थे ।

अगले वसन्त में, 1941 में 7 अप्रैल की शाम को E 28/39 मोनोप्लेन उड़ान-परीक्षणके लिए तैयार था । उसका ह्विटल W 1 इंजन अच्छी तरह तैयार भी नहीं हुआ था, इसलिए उसमें W 1X इंजन फिट कर दिया गया जो उन W 1 भागों से बना था जो बेकार कर दिए गए थे ।

ग्लॉस्टर का मुख्यपरीक्षण-पायलट 'गेरी' सेयर ('Gerry' Sayer) उसके कॉकपिट में चढ़ा और इंजन को चालू किया । वह एक बारीक आवाज करने लगा । धीरे-धीरे यह छोटा विमान अतिसिक्त तथा वर्षा से भीगी घास के ऊपर चलने लगा और हालांकि उपरोध पूरी तरह खुला था फिर भी वह 20 मी प्र घ से अधिक वेग से नहीं चल सका ।

सेयर उन तथाकथित विशेषज्ञों में नहीं था जिन्होंने यह घोषणा की थी कि टर्बोजेट कभी भी इतना शक्तिशाली नहीं हो सकेगा कि वायुयान को भूमि से ऊपर उठा सके, और जब वह विमान को पुन मोड़कर डिजाइनरों और इंजीनियरों के पास लाया तो उसे बड़ी निराशा हुई ।

पावर जेट्स तकनीशन इतने निराश नहीं थे, उन्होंने बाद में यह स्वीकार किया कि उन्होंने उपरोध को इस प्रकार सेंट किया था कि उससे 16,000 चक्कर प्रति मिनट के बजाय केवल 13,000 ही उत्पन्न हों । यह प्रतिबन्ध अगले दिन हटा लिया गया और हालांकि वह रहीं W 1X इंजन वास्तव में जमीन से ऊपर नहीं उठा परन्तु सेयर E 28/39 में एक-एक बार में 200 300 गज ऊपर उठ जाता था और इस प्रकार इंजन अपना महत्त्व सिद्ध करने के लिए हवा में पहुँचने के लिए तैयार मालूम पड़ता था ।

लगभग एक महीने बाद W 1 इंजन वायुयान के ढाँचे में लगा दिया गया । परन्तु यह निश्चय किया गया कि इसकी परीक्षण-उड़ान ग्लॉस्टर के अपने घासयुक्त हवाई मैदान से नहीं की जाएगी क्योंकि एक उपयुक्त धावनपथ अधिक सुरक्षित रहेगा । इस प्रकार संयोगवश सेयर 15 मई 1941 को E 28/39 का फ्रैन्वेल के उसी धावनपथ से लेकर ऊपर उड़ा जहाँ ह्विटल नामक एक युवा कंडेक्ट ने तेरह वष पूर्व ऐसे ही वायुयान उड़ाने की कल्पना की थी ।

आधुनिक वायुयानों की दृष्टि में E 28/39 बहुत तेज नहीं था क्योंकि इस मूल इंजन के साथ उसका उच्चतम वेग लगभग 200 मी प्र घ था । परन्तु W 1 केवल 860 पीड प्रणोद उत्पन्न करता था और यदि हम

इसे 300 मी प्र घ की अश्वशक्ति में परिवर्तित करें तो वह 688 अश्वशक्ति के बराबर होगी।

दूसरे शब्दों में E 28/39 पहले ही दिन लगभग उतने वेग से उड़ा जितने वेग से प्रथम-पक्षि पिरटन-इजनयुक्त लड़ाकू विमान उड़ते थे जबकि उमकी शक्ति उनमें आधी थी।

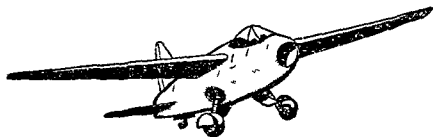
यह भविष्य की प्रगति के लिए एक निर्देश के समान था और ग्लॉस्टर ने नये उत्साह के साथ कार्य करना शुरू किया जिससे उसका नया युग्म-जेट लड़ाकू विमान—जिसे अब मीटियॉर (Meteor) कहते हैं—जल्दी-से-जल्दी वायु में उड़ाया जा सके। इसके ह्विटल W2 इंजन का विकास सब से पहले रॉयल ने और बाद में रॉयल-रॉइस ने किया जिन्होंने इसका नाम वेनैड रखा। इसके बाद उनकी सभी गैस-टरबाइनो के नाम प्रवाह को दर्शाने के लिए ब्रिटेन की नदियों के नाम पर रखे गए क्योंकि वायु का एक सरल भोका जेट-इंजन में लगातार प्रवाहित होता रहता है।

इस बीच जर्मनों में काफी तेजी से प्रगति हो रही थी।

जून 1936 में गॉटिंजन यूनिवर्सिटी के माइस इस्टीट्यूट के अध्यक्ष ने प्रसिद्ध वायुयान-निर्माता अर्नेस्ट हाइकेल को लिखा था कि उसका एक शिष्य 24-वर्षीय पॉस्ट वॉन ओहेन (Pabst von Ohain) एक नये वायु-इंजन पर कार्य कर रहा है जिसमें नोदक की आवश्यकता नहीं होगी।

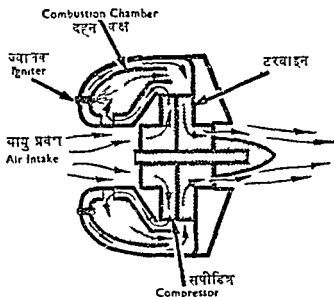
इसके बाद जल्दी ही वॉन ओहेन और उसके सहायक हान (Hahn) ने हाइकेल के यहां काम करना शुरू कर दिया जिसे सितम्बर 1937 की एक रात को अघरात्रि के समय टेलीफोन पर जगाकर वॉन ओहेन ने यह सूचना दी थी कि उसका इंजन सफलतापूर्वक कार्य कर रहा है।

उससे केवल 5 महीने पूर्व ही यवा निर्माता फ्रैंक ह्विटल भी अपने प्रथम टर्बोजेट के चालू होने के समय इतना ही प्रसन्न हुआ था।



हाइकेल ही 178 (Heinkel He-178)—जेट विमान की प्रथम उड़ान।

वाँन ग्रोहेन का मूल इंजन हाइड्रोजन गैस से चलता था परन्तु छ महीने के अन्दर-अन्दर He S3 गैस-टर्बाइन का विकास हो गया था जिसमें पेट्रोल जलाया जाता था। उससे अगले वर्ष एक He-S3B से Heinkel He-178 मोनोप्लेन हवा में उड़ाया गया, यह ससार में जेट-विमान की पहली उड़ान थी।



वाँन ग्रोहेन का इंजन जो He 178 में लगाया गया था।

He-S3B लगभग उसी प्रणाली पर कार्य करता था जिसपर ब्रिटेन का W 1 इंजन, और यह सम्भव है कि वाँन ग्रोहेन ने ह्विटल के 1930 के एक्स-का अध्ययन किया हो। मुख्य अन्तर यह था कि इसके अपकेन्द्री सम्पीड़ित्र और टर्बाइन, अकेली घूमती हुई डिस्क के विपरीत पृष्ठों पर थे और बलयाकार दहन-कक्ष अन्दर वाले खोल के साथ-साथ था। इसके फलस्वरूप यह एक सुयोजित इंजन तैयार हो गया परन्तु निश्चय ही इसका उतना विकास नहीं हो सकता था जितना कि ह्विटल के विमान के नमूने का।

इस प्रगति के होने पर भी हाइकेल को He-280 युग्म-जेट लड़ाकू विमान के उत्पादन के लिए कोई आर्डर नहीं मिला जो 5 अप्रैल 1941 को विकसित प्रकार के दो He S8 टर्बोजेटों द्वारा प्राप्त शक्ति से उड़ाया गया था। न ही उसे समान रूप से आन्तिकारी He-176 के विकास का ही ठेका मिला जो 30 जून 1939 को उड़ाया जाने वाला प्रथम वास्तविक रॉकेट-शक्ति-चालित वायुयान था।

इसके बजाय जर्मनो ने मैसरशमिट Me-262 जेट-लडाकू विमान का उत्पादन चालू कर दिया जिसमे 1980 फीट प्रणोद के दो जकर्स जूमी 004B (Junkers Jumo 004B) टर्बोजेट लगे थे । अपने 527 मी प्र घ के उच्चतम वेग और 30-मिलीमीटर की चार तोपों की भारी साज-सज्जा के साथ, जिसमे बाद मे रॉकेट-मिसाइल भी लगा दिए गए थे, आरम्भ मे इसका निर्माण मित्र-राष्ट्रों के बममारो की विरचनाओं को रोकने के लिए किया गया था जिनके कारण 1944-5 मे जर्मनी का बहुत बड़ा क्षेत्र नष्ट-भ्रष्ट हो गया था । यदि उसका उपयोग इसी रूप मे होता तो इससे वायु-युद्ध का रूख जर्मनी के पक्ष मे हो सकता था । परंतु इसमे एक वर्ष की देरी हो गई थी जब हिटलर के निजी आदेश से उसमे बम-रैंक लगाए गए और उसे लडाकू के बजाय लडाकू बमवपक विमान मे बदला गया था ।

इस प्रकार द्वितीय विश्वयुद्ध मे जेट-लडाकू विमान का कम उपयोग हुआ क्योंकि इसके अतिरिक्त युद्ध के अग्रिम मोर्चों पर पहुँचने वाले केवल रॉयल एयर फोर्स के ग्लॉस्टर-मीटियॉर थे जिनमे से सबसे पहला विमान 5 मार्च 1943 को उड़ा था, और पुच्छरहित छोटे Me-163 रॉकेट-लडाकू विमान थे जिनमे से एक का वेग 623 मी प्र घ तक पहुँच गया था । यह सबसे पहले 1941 मे उड़ाया गया था ।

इसके अतिरिक्त दो अमरीकी लॉकहीड शूटिंग स्टार (American Lockheed Shooting Stars) की, माग्रामिक परिस्थितियों मे इटली मे परीक्षण-उड़ान की गई थी । ये ह्विटल के डिजाइन पर आधारित इजनों द्वारा चलाए गए थे, तथा कुछ युग्म-जेट ऐराडो Ar 234B प्रहार-बममार 1945 मे यूरोप की मुक्ति के अन्तिम चरण मे मित्र-राष्ट्रों की फौजों के विरुद्ध प्रयुक्त किए गए थे ।

थोड़ी सख्या मे भी इन विमानों मे यह निश्चित रूप से सिद्ध हो गया कि अब पिस्टन-इजनयुक्त लडाकू और बममारो का समय अधिक नहीं रहा । इस क्षेत्र मे जो अत्य प्रगतियाँ हुईं—जैसे जर्मन V 1 स्पद-जेट-शक्तियुक्त उड़ा बम, V 2 रॉकेट, जापानी कामीकाजे जेट या रॉकेट-शक्तियुक्त आत्महत्या बममार, प्रथम आरम्भिक निर्देशित प्रक्षेपास्त्र और आगल-अमरीकी परमाणु-बम—उनसे युद्ध का नक्शा ही बदल गया । वास्तव मे इन से कोई दूमरा महायुद्ध असम्भव ही हो जाता ।

नोदक की पुनर्स्थापना

ह्विटल और ओहेन ने नोदको को हटाने में जो इतना परिश्रम किया कि वायुयान पहले से अधिक तेज और ऊँचे उड़ सकें, उसके बाद यह बहुत अजीब-सा लगता है कि 1945 में युद्ध में विजय-प्राप्ति के तुरन्त बाद इजन-निर्माताओं ने उन्हें प्रयुक्त करना बंद कर दिया।

इसका एक बड़ा ठोस कारण था।

इस बात की सम्भावना कम थी कि युद्ध-पूर्व के वर्षों में सप्ताह की वायु-सेनाएँ बड़ी संख्या में नये वायुयान खरीदेंगी क्योंकि उनके पास पहले से ही अपनी आवश्यकता से हज़ारों लडाकू तथा बममार विमान अधिक थे। दूसरी ओर लगभग सभी देशों की हवाई कम्पनियाँ असैनिक वायु-सेवा का जाल बनाने के लिए नये वायुयान खरीद रही थी।

जर्मनी में वायुयानों के उत्पादन पर रोक लगा दी गई थी। अमरीका में, लॉकहीड, डगलस और कॉनवेयर जैसी बड़ी कम्पनियाँ भारी संख्या में आधुनिक पिस्टन-इजन वाले विमान बनाने में लग गई थी। केवल ब्रिटेन में ही असैनिक वायुयानों में जेट-इजनों की विशाल नई शक्ति और कायक्षमता के उपयोग की योजना बनाई गई थी।

यह एक साहस का कदम था, परन्तु बहुत जरूरी भी था क्योंकि युद्ध के दौरान ब्रिटेन मुख्य रूप से लडाकू और बमवपक विमान बना रहा था जबकि अमरीका मित्र-राष्ट्रों की फौजों के लिए परिवहन विमान दे रहा था। इसका परिणाम यह हुआ कि ब्रिटेन के पास DC-4s और कॉन्स्टेलेशन (Constellation) जैसे आधुनिक विमान नहीं थे जो फौजी दस्तों के परिवहन के लिए बनाए गए थे और हवाई कम्पनियों के लिए 1946-47 में उपलब्ध हो गए थे।

फिर भी अमरीकनो के मुकाबले में हमें (ब्रिटेन को) वायुयान गैस-टर्बाइनों के बारे में कहीं अधिक ज्ञान था। अमरीकनो ने अपना जेट-उद्योग 1941 में ब्रिटिश इजनों और डिजाइनों के आयात की सहायता में शुरू किया था।

पिस्टन-इजन वाले विमानों के बारे में अमरीकी प्रगति और जानकारी से हम बहुत पिछड़े हुए थे इसलिए इसकमी को पूरा करने के लिए हमने वाईकिंग एव हमज (Viking and Hermes) जैसे यान तैयार किए जिनसे BEA और BOAC का काम चल सके और अपनी सारी शक्ति और प्रयास क्रान्तिकारी टरबाइन-शक्ति-चालित वायुयानों के निर्माण पर केन्द्रित रखी जिसमें हम अपने प्रतिद्वन्द्वियों से पुन एक कदम आगे रह सकें।

इसमें कोई शक नहीं था कि ऐसे यानों से यात्रियों को अपने जीवन की सबसे सुविधाजनक सवारी प्राप्त होगी क्योंकि टर्बोजेट इंजन-युक्त वायुयान सबसे अच्छी सेवा 30,000 फुट या इससे अधिक ऊंचाई की स्वच्छ वायु में ही देता है जहां वह हिचकोले देने वाले वायुमंडल से ऊपर होता है। परन्तु गैस-टरबाइन में पिस्टन नहीं होते जो प्रत्येक मिनट हजारों बार ऊपर-नीचे घमकते रहते हैं और यात्रियों की अनिश्चित कम्पन-मालिश करते रहते हैं जिससे हवाई यात्रा कभी-कभी बहुत थकानेवाली हो जाती है।

कम्पन न होने से वायुयान के ढाँचे और सामग्री से नाजुक उपकरण की टूट-फूट भी कम होगी और इससे वायुयान को चालू रखने वाले व्यक्ति भी खुश रहेंगे। और मिट्टी का तेल—ब्रिटेन के टरबाइन-शक्ति-चालित सभी वायुयानों में यह ईंधन प्रयुक्त होता है—पेट्रोल से सस्ता भी है तथा सुरक्षित भी है क्योंकि उसका ज्वलन तापक बहुत ऊँचा होता है जिसका अर्थ है कि संयोगवश आग पकड़ने के लिए ऊँचे ताप की आवश्यकता होती है।

वास्तव में, यह तो शुरू से ही स्पष्ट था कि टर्बोजेट बड़े तथा लम्बी दूरी तक जाने वाले यातायात विमानों के लिए उत्तम शक्ति सयंत्र का काम करेंगे जहाँ चाल दबे महत्त्व की होती है और जिनमें प्यासे इंजन के लिए काफी मात्रा में ईंधन ले जाने का स्थान भी होता है, परन्तु कम दूरी के छोटे प्रकार के विमानों के लिए ये प्रायः इतने अच्छे नहीं रहते।

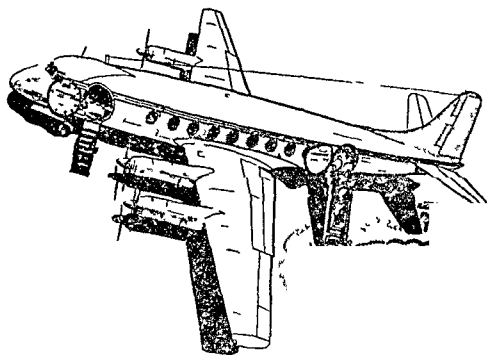
सबसे पहली बात तो यह है कि निम्न अग्रवर्ती वेग और निम्न ऊंचाई पर टर्बोजेट उतना दक्ष नहीं होता जितना कि मोदक को चलाने वाला इंजन। इसलिए टर्बोजेट को उड़ाने के लिए लम्बे घावनपथ की जरूरत होती है और आजकल कम दूरी के विमानों द्वारा प्रयुक्त होने वाले कुछ हवाई मैदान उनके लिए बहुत छोटे होंगे।

शुरू में जेट-वायुयान को उतरने के बाद धीमा होने में बहुत समय

लगता था क्योंकि इसमें पिस्टन-इंजन के उत्क्रमणीय-ढलान नोदक जैसी कोई युक्ति नहीं होती जिसके पटलो वा पीछे के बजाय आगे की दिशा में हवा फेंकने के लिए माड़ा जा सके और जा एक अच्छे ग्रेक की तरह काम करता है। परन्तु आजकल कई सैनिक जेट-विमान पैराशूट ब्रेक प्रयुक्त करके उसे जल्दी से धीमा करते हैं और बड़े जेट-विमानों में विशेष प्रणोद-उत्क्रमण युक्तियाँ होती हैं और जैसा कि हम आगे देखेंगे वे लगभग उसी तरह काम करती हैं जैसे कि उत्क्रमणीय-ढलान नोदक करते हैं।

अब देखें कि उस समय क्या होता है जब हम एक नोदक को गैस-टरबाइन के सामने रखकर एक नोदक-टरबाइन, या जैसा कि इसे कहते हैं, टर्बोप्रॉप बनाते हैं।

इसमें टर्बोजेट के अधिकांश लाभ रहते हैं—कम भार पर उच्च शक्ति, सस्ता ईंधन, देखभाल का कम खर्च लम्बी आयु और कम्पन लगभग समाप्त—और उच्च-वेग से सम्बन्धित केवल कुछ बातों में कमी होती है। चाल में कमी के बदले हमारे ईंधन में बहुत बचत होती है, वह अधिक सवतोंमुखी रूप से उपयोगी हो जाता है क्योंकि नोदक की महायता से टर्बोप्रॉप वायुयान उतनी ही लम्बाई का धावनपथ काम में ला सकता है जितना कि पिस्टन-इंजन वाले वायुयान के लिए आवश्यक होता है, और



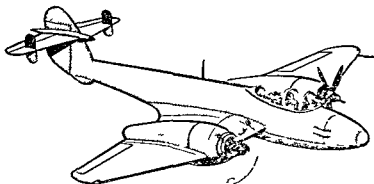
विकास याइकाउण्ट—सत्तार का प्रथम टर्बोप्रॉप विमान।

इजन का शोर भी बहुत कम होता है ।

तुलना के लिए, अमरीकी वायु-सेना के एक जनरल ने कहा है कि B-52 स्ट्रैटोफोर्ट्रेस बममार के आठ बड़े टर्बोजेटो से मिलकर इतना शोर उत्पन्न होता है मानो सप्ताह के सारे लोगो ने एकसाथ बात करना शुरू कर दिया हो जबकि ब्रिस्टल ब्रिटनिया-312 विमान के 4400 अश्वशक्ति के चार टर्बोप्रॉप से, ऊपर उठते समय डकोटा विमान के 1200 अश्वशक्ति के दो पिस्टन-इजनो से भी कम शोर उत्पन्न होता है । इसीलिए इसका नाम 'मर्मरी दानव' ('the whispering giant') रखा गया है ।

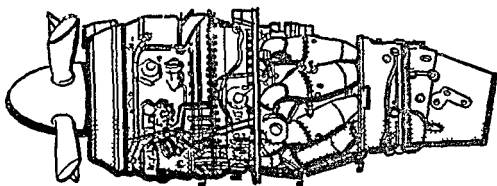
इन सब बातों की वजह से विकर्स ने जो वायुयान 1945 में ब्रिटिश यूरोपियन एयरवेज के लिए बनाने शुरू किए उनमें बिना किसी सक्रोच के टर्बोप्रॉप इंजन लगाए और इसके फलस्वरूप सप्ताह-व्यापी वाइकाउण्ट विमान बने । ऐसे ही कारणों से डे हैविल्लैण्ड ने कॉमेट के लिए टर्बोजेट इंजन पसंद किए जिससे उन्हें यह आशा थी कि मध्य दूरी के परास में ब्रिटिश ओवरसीज एयरवेज कॉर्पोरेशन उच्च-चाल की दृष्टि से सबसे आगे रहेगी ।

उस समय भी टर्बोप्रॉप के बारे में जानकारी कुछ कम नहीं थी क्योंकि रॉल्स-रॉइस ने 1943 में ट्रेंट नामक एक प्रयोगात्मक इंजन पर काम करना शुरू कर दिया था जो पांचपटल वाले नोदक को चलाने के लिए डरवेंट (Derwent) टर्बोजेट का ही सुधरा हुआ रूप था । इससे 1230 अश्वशक्ति उत्पन्न हुई और एक मोटियॉर में दो ट्रेंट इंजन लगाए गए जिससे सप्ताह की सबसे प्रथम टर्बोप्रॉप उड़ान सितम्बर 1945 में सम्भव हुई ।



प्लान्टर मोटियॉर जिसमें प्रयोग के लिए ट्रेंट टर्बोप्रॉप लगे हैं ।
एक इंजन रखा है जिसका 5 पटल वाला नोदक दिखाई दे रहा है ।

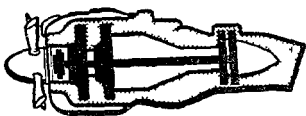
नये विकसित वाइकाउण्ट के लिए रोल्य ने डार्ट टर्बोप्रॉप का डिजाइन तैयार किया और अब तक निर्मित इंजनों में से यह बहुत ही जोरदार इंजन है। आरम्भ में यह 1000 अश्वशक्ति देने के लिए निर्मित किया गया था, पर इसका इतना अधिक विकास हुआ कि उससे 3245 तुल्य अश्वशक्ति तक शक्ति उत्पन्न हो सकती है।



रोलस रॉइस डार्ट टर्बोप्रॉप

टरबाइन का नोदक चलाने के लिए किस प्रकार प्रयुक्त किया जा सकता है ?

इसके कई तरीके हैं और इनमें सबसे सरल तरीका डार्ट में प्रयुक्त होता है जो चित्र में दिखाया गया है



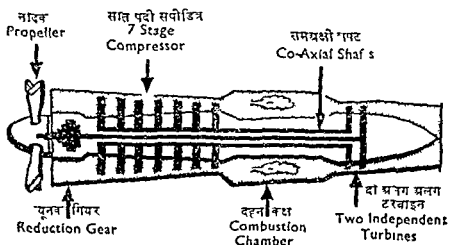
डार्ट का चित्र जिसमें द्वि-पदी अपकेन्द्री सम्पीडित्र और द्वि-पदी टरबाइन दिखाए गए हैं।

मूलतः डार्ट में एक द्वि-पदी अपकेन्द्री सम्पीडित्र होता है और वह उसी शैपट पर आरोपित रहता है जिस पर द्वि-पदी या तीन-पदी टरबाइन होती है और उनके बीच में सात अलग-अलग दहन-क्षेत्र होते हैं। यह बहुत साधारण टर्बोजेट प्रकार की ही रूपरेखा है, अन्तर केवल यह है कि टरबाइन में शुरू होता हुआ शैपट इतना आगे तक जाता है कि वह न्यूनक गियर और सम्पीडित्र में होता हुआ नोदक को चलाने के काम आता है।

इस प्रकार के इंजन को प्रायः 'सीधा सम्बद्ध' टर्बोप्रॉप कहते हैं और इसमें या तो अपकेन्द्री या अक्षीय-प्रवाह सम्पीडित्र हो सकता है।

ध्यान देने की एक महत्त्वपूर्ण बात यह है कि तप्त गैसों की समस्त ऊर्जा टरबाइन द्वारा नोदक को चलाने के काम में प्रयुक्त नहीं की जाती। वे गैसें जब रेचक नोजिल से निष्कासित होती हैं तब भी उनमें प्रतिक्रिया द्वारा कुछ प्रणोद उत्पन्न होता है। इसलिए एक टर्बोप्रॉप की शक्ति इस प्रकार होती है कि जैसे मुख्य शैफ्ट में टरबाइन में आने वाली शक्ति 1600 शैफ्ट अश्वशक्ति (shaft horsepower) तथा 370 पांड जेट-प्रणोद। कभी-कभी प्रणोद को अश्वशक्ति में परिवर्तित कर देते हैं जिससे इंजन की कुल शक्ति आसानी से व्यक्त की जा सकती है और इस उदाहरण में उड़ान भरने के समय यह 1740 तुल्य अश्वशक्ति (equivalent horsepower) हो सकती है।

दूसरी श्रेणी के टर्बोप्रॉप में, जिसे 'स्वतन्त्र-टरबाइन' (free turbine) प्रकार कहते हैं, दो अलग-अलग टरबाइनें होती हैं। यह द्वि-पदी टरबाइन से भिन्न है। इसके सम्पीडित्र और एक टरबाइन सामान्य विधि में शैफ्ट के विपरीत सिरा पर रहते हैं। अन्तर केवल यह होता है कि इसमें शैफ्ट खोबला होता है और उसके बीच में से होता हुआ एक दूसरा शैफ्ट होता है (अर्थात् ये दो शैफ्ट तकनीकी रूप से समअक्षी कहलाते हैं)। नोदक इस अन्दर वाले शैफ्ट पर सामने की तरफ लगा रहता है और

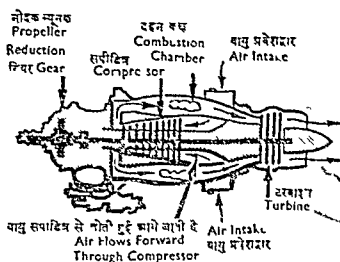


Free turbine turboprop

स्वतन्त्र टरबाइन टर्बोप्रॉप

दूमरी टरबाइन पिछले सिरे पर लगी होती है। इसका परिणाम नीचे के चित्र में दिखाया गया है।

प्रिस्टल प्रोटियस टर्बोप्रॉप, जो धिटैनिया विमानों में प्रयुक्त होता है, 'स्वतन्त्र-टरबाइन' प्रकार का है। यह आजकल प्रयुक्त होने वाले कुछ गिने-चुने 'विपरीत प्रवाह' (reverse-flow) इंजनों में से एक है जिसमें वायु इंजन में टरबाइन से कुछ आगे प्रवेश करती है और मध्यम सम्पीडित के पीछे से होती हुई आगे को प्रवाहित होती है जहाँ एक झपके-द्वी चरण में वह पार्श्व में चली जाती है और वहाँ से 90° के कोण पर घूमती हुई आठ दहन-कक्षों में चली जाती है।

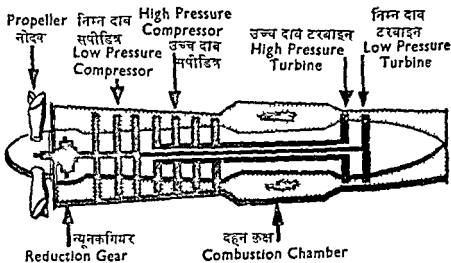


प्रोटियस टर्बोप्रॉप के द्वारा विपरीत प्रवाह

इससे एक कम लम्बाई का इंजन बन जाता है क्योंकि दहन-कक्ष सम्पीडित के गिद लिपटे होते हैं, हालांकि इससे दक्षता जरा सी कम हो जाती है।

तीनरे वग के टर्बोप्रॉप 'समिश्र सम्पीडित (compounded-compressor) या 'दो-फिन्की' प्रकार के होते हैं जो स्वतन्त्र-टरबाइन टर्बोप्रॉप के समान ही होते हैं। अन्तर केवल यह होता है कि इसमें दो सम्पीडित और दो टरबाइनें होती हैं। दूसरा सम्पीडित पिछली टरबाइन के सामने के शैफ्ट पर नोडक के साथ आरामित होता है जैसा कि पृ 38 पर चित्र में दिखाया गया है।

स्पष्ट है कि तीनों में 'सीधा सम्बद्ध टर्बोप्रॉप' ही सबसे सरल है



दो फिरकी वाला टर्बोप्राप

परन्तु इस बात से कई समस्याएँ उठ खड़ी होती है कि इसके सम्पीडित्र और नोदक एक ही शाफ्ट से चलते हैं। कभी-कभी विशेष रूप से उड़ान शुरू करने और उतरने के समय पायलट नोदक को तेज और सम्पीडित्र को अधिक मन्द या इसके विपरीत नोदक को मन्द और सम्पीडित्र को अधिक तेज चलाना चाहता है, पर चूँकि दोनों साथ सम्बद्ध है इसलिए यह सम्भव नहीं होता। दूसरे शब्दों में इस प्रकार के टर्बोप्राप में इस दृष्टि से इतनी स्वतन्त्रता नहीं होती।

स्वतन्त्र-टरबाइन टर्बोप्राप में नोदक और सम्पीडित्र को अलग करके हम इन कठिनाइयों को हल कर सकते हैं क्योंकि पायलट नोदक की चाल और सम्पीडित्र के प्रति-मिनट-चक्कर के अनुपात में परिवर्तन कर सकता है और इस प्रकार उसे इस सम्बन्ध में अधिक स्वतन्त्रता रहती है तथा नियन्त्रण सरल होता है और ईंधन में भी अधिक बचत होती है।

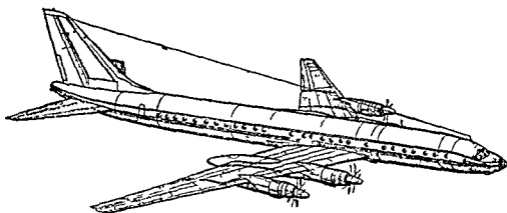
दो फिरकी वाले टर्बोप्राप में इनके अतिरिक्त अपने कुछ अन्य लाभ भी हैं और रोल्ल्स-रॉयस टाइन (Rolls-Royce Tyne) से इस बात का अच्छी तरह पता लग सकता है कि इनमें यातायात विमान के लिए एक उत्कृष्ट शक्ति सयन किस प्रकार बन जाता है।

अग्र और पश्च सम्पीडित्रों का क्रमशः निम्न दाब (low pressure) और उच्च-दाब (high pressure) सम्पीडित्र कहते हैं क्योंकि वायु जमे-जंसे द्रव्य में आगे चटनी जाती है वैसे वैसे वह अधिकाधिक सम्पीडित

होती जाती है। इंजन के दूसरे सिरे पर उच्च-दाब टरवाइन और उच्च-दाब सम्पीडित्र एक ही शैफ्ट पर होते हैं और निम्न-दाब टरवाइन तथा निम्न-दाब सम्पीडित्र एक ही शैफ्ट पर होते हैं।

इसकी कार्य-विधि को समझने का सबसे अच्छा तरीका यह है कि उच्च-दाब सम्पीडित्र, दहन-कक्ष और उच्च-दाब टरवाइन का इंजन के 'वाष्पित्र' या गैस-उत्पादक भाग के समान मानिये। इनसे उच्च-वेग की भाप और निम्न-दाब टरवाइन का चलाने के लिए उच्च-ताप की गैस प्राप्त होती है जो फिर निम्न-दाब सम्पीडित्र और नोदक का चलाती है। वायु को इंजन के 'वाष्पित्र' खंड में पहुंचने से पहले उसे सम्पीडित करके टाइन (Tyne) का निम्न-दाब सम्पीडित्र वास्तव में उच्च-दाब सम्पीडित्र के लिए एक अतिभरक का वायु करता है।

चूंकि निम्न-दाब और उच्च-दाब तंत्रों के बीच में कोई सम्बन्ध नहीं होता इसलिए 'वाष्पित्र' खंड का अत्यधिक दक्षता के साथ चलाया जा सकता है और उसके साथ-साथ नोदक तंत्र भी अत्यधिक कार्यकुशल रखा जा सकता है।



रूसी तुपोलेव Tu 114।

चार शक्तिशाली टर्बोप्रॉप होने के कारण यह अब तक बने वायुयानों में सबसे तेज नोदक-चालित वायुयान है और लम्बी दूरियों के लिए इसकी उड़ान-चाल 465 500 मी प्र घ है।

कुछ पृष्ठ पूर्व हमने कहा था कि अपेक्षाकृत छोटे तथा कम दूरी के विमानों के लिए टर्बोप्रॉप सबसे उत्तम शक्ति सयंत्र का कार्य करते हैं परन्तु नवीनतम रूपों में टाइन (Tyne) 6100 से भी अधिक अश्वशक्ति देता है तथा विकसित वैनगाड जैसे बड़े 97/139 सीट वाले और शॉर्ट बेलफास्ट नामक भारी सैनिक मालवाहक विमानों को शक्ति प्रदान करने के काम आता है।

इसमें कोई विचित्र बात नहीं है। इसका अर्थ केवल इतना है कि टर्बोप्रॉप विमानों को कितनी भी उंची उड़ान के लिए प्रयुक्त किया जा सकता है बसते कि 500 मी प्र घ में अधिक वेग की आवश्यकता न हो।

वास्तव में 400-425 मी प्र घ वाले ब्रिटेनिया और वैनगाड में 600 मी प्र घ वाले जेट-विमानों से भी अधिक लाभ हैं। वे कम शोर करते हैं और अधिक उपयोगी हैं क्योंकि वे ऐसे हवाई अड्डों से भी उड़ाए जा सकते हैं जो पूर्ण-भारित जेटों के काम नहीं आ सकते और इसके अलावा कई सेवाओं के लिए संचालन में भी सस्ते होते हैं।

परन्तु चाल बहुत महत्वपूर्ण होती है क्योंकि यही तो मुख्य और बल्कि एकमात्र लाभ है जो तल-यात्रा की तुलना में वायु-यात्रा में प्राप्त होता है और कुछ यात्री तो सबसे तेज चलने वाले वायुयान पसन्द करेंगे चाहे इसके लिए उन्हें अधिक किराया क्यों न चुकाना पड़े।

क्या यह कभी सम्भव होगा कि टर्बोप्रॉप यातायात-विमान 500 मी प्र घ से अधिक तेज उड़ सकें ?

इसका उत्तर है 'हां'।

रूस की राष्ट्रीय वायु-सेवा एयरफ्लोट (Aeroflot) के पास नियमित उड़ान के लिए अब भी कुछ तुपोलेव Tu 114 विमान हैं जिनमें से प्रत्येक 14,795 तुल्य अश्वशक्ति वाले चार टर्बोप्रॉप से शक्ति प्राप्त करता है। इससे उनका उच्चतम वेग 540 मी प्र घ से भी अधिक हो जाता है। ये विशाल वायुयान 220 यात्री तक ले जा सकते हैं और उनमें तबे टर्बोप्रॉप उच्च 478 मी प्र घ की गति से 5500 मील से भी अधिक दूर ले जाते हैं। टर्बोप्रॉप वायुयान में तो सम्भवतः इससे अधिक तेज चलना असम्भव होगा जब तक कि डिजाइनर (designer) नौदकों को पराध्वानिक चाल से न घुमा सकें और इस प्रकार के नौदकों में फलतापूर्वक बन्नी फ वडी भारी उपलब्धि होगी।

जेट-परिवार

अभी तक हमने केवल अपकेन्द्री टर्बोजेट (Centrifugal Turbojet, पृ 18), अक्षीय-प्रवाह टर्बोजेट (Axial flow Turbojet, पृ 21) और तीन प्रकार के टर्बोप्रॉप (पृ 35-38) पर ही विचार किया है। 1954-55 से पहले के पायलटयुक्त वायुयानों के लिए बड़ी संख्या में बनी गैस-टरबाइनो में इनमें से ही किसी एक विधि का प्रयोग किया जाता था।

परन्तु वायुयान-निर्माता, वायु-सेना के नेता और यात्री-विमान कम्पनियों के लोग बड़े अधीर होते हैं। जैसे ही उनके हाथ में एक विमान या एक इंजन आता है वे तुरन्त ही उससे अच्छे नमूने की फिक्र में लग जाते हैं। उच्च वेग, कुल मिलाकर कम खर्च, कम भार, देखभाल में सुगमता, और मजबूती की मांग बराबर लगी रहती है, पर इसके साथ-साथ प्रगति की दर भी असाधारण ही है।

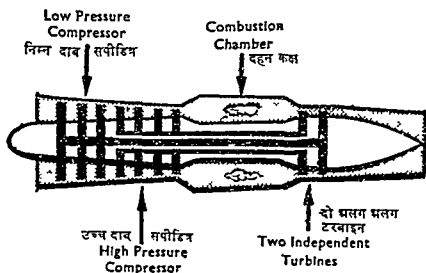
जब वायुयान-निर्माताओं को 6000 पौंड से अधिक प्रणोद की जरूरत पड़ी तो अपकेन्द्री टर्बोजेट के स्थान पर अक्षीय-प्रवाह टर्बोजेट आए। अपकेन्द्री इंजन की अतिरिक्त शक्ति का अर्थ है कि सम्पीडित वायु का व्यास अधिक बड़ा होगा जिससे इंजन का व्यास भी बड़ा रखना होगा और उसे रखने के लिए घड या नसेल (nacelle) भी बड़ा रखना होगा—बड़ा नसेल या घड (fuselage) का अर्थ होगा कि कषण अधिक होगा और चाल घट जाएगी। इसलिए इससे कोई लाभ नहीं था। इसके अतिरिक्त जल्दी ही अक्षीय-प्रवाह डिजाइन इतने दक्ष हो गए कि प्रशिक्षण-जेटों में प्रयुक्त 2500-3750 पौंड प्रणोद के रोलस-रॉइस ब्रिस्टल वाइपर (पृ 23) जैसे छोटे टर्बोजेटों में भी तथा 8/10-सीट वाले हॉकर सिडले HS-125 जैसे व्यापारिक वायुयानों में भी अक्षीय-प्रवाह सम्पीडित लगाए गए हैं।

अधिक शक्ति के लिए अक्षीय-प्रवाह एक प्रकार का अतिरिक्त सम्पीडन चरण है। कम-से-कम उस समय तक के लिए तो है ही जब तक हवा इंजन से होकर सुगमता से प्रवाहित न हो। उड़ान के दौरान अचानक

शक्ति क्षीण हो जाती है, तीव्र कम्पन होने लगते हैं, इजन के अन्दर से विस्फोटक फटने लगते हैं और पायलट को लगता है मानो वह किसी ऐसे ग्लाइडर में है जो निष्क्रिय इजन के भार के साथ शीघ्रातिशीघ्र भूमि पर वापस आने को उतावला है।

इसके कारण को हिल्लोल (*surging*) कहते हैं और यह विशेष वायु-प्रवाह परिस्थितियों में कुछ सम्पीडित पटलों की दक्षता में कमी आ जाने से होता है, जिससे प्रवाह विक्षुब्ध हो जाता है। प्रत्येक पटल में एक छोटे नोदक-पटल या पख जैसा वक्र पक्षक (*aerofoil*) खड होता है और यह सम्पीडित के मडलक में इस प्रकार लगा होना चाहिए कि वह अपने से पीछे के पटल को अधिक-से-अधिक सुगम रूप से वायु दे सके चाहे इजन की चाल कुछ भी हो। यह काय इतना आसान नहीं है और एक अक्षीय सम्पीडित—और आधुनिक गैस-टरबाइन के लगभग हर भाग में परिपूर्णता लाने के लिए बहुत अनुसन्धान और परीक्षण की आवश्यकता होती है।

बड़े टर्बोजेट इजनों में प्रत्येक चाल पर सुगम वायु-प्रवाह बनाए रखने का एक तरीका यह हो सकता है कि सम्पीडित पटलों की उत्तरोत्तर श्रेणियों के बीच वायु को निर्दिष्ट करने वाले स्टेटर (*stator*) पटलों का झुकाव उड़ान के दौरान परिवर्ती रहे (इसे परिवर्ती-आपात कहते हैं)। दूसरा तरीका यह है कि एक 'समिश्र सम्पीडित' या 'दो-फिरकी' वाली योजना प्रयुक्त की जाए। इस प्रकार का इजन दो-फिरकी वाले टर्बोप्रॉप जैसा



दो-फिरकी वाला टर्बोजेट

लगता है जिसका हम अध्ययन कर चुके हैं, पर इसमें नोदक नहीं होता, यह स्वाभाविक ही है क्योंकि यह आखिर बिना नोदक वाला है। वास्तव में सबसे पहले तो दो-फिरकी वाला टर्बोजेट ही बनाया गया और तब उसमें स्वतन्त्र-टरबाइन टर्बोप्रॉप मिलाकर उससे रोल्स-रॉइस टाइन जैसे इंजन तैयार किए गए।

अन्य सभी चित्रों की भांति 'दो-फिरकी' वाले टर्बोजेट का यह चित्र भी अत्यधिक सरल रखा गया है जिससे कि बहुत आसानी से समझ में आ सके। यदि आप इसके विभिन्न चरणों की गणना करें तो आप देखेंगे कि इसमें एक तीन-पदी निम्न-दाब सम्पीडित्र, एक चार-पदी उच्च-दाब सम्पीडित्र और दो एक-पदी टरबाइनों हैं।

कई आधुनिक इंजन और अधिक जटिल होते हैं ताकि उनसे आवश्यक शक्ति प्राप्त हो सके।

उदाहरण के लिए कॉकोड पराध्वानिक यात्री-विमान में लगे रोल्स-रॉइस / स्नेकमा ओलिम्पस-593 नामक दो-फिरकी वाले टर्बोजेटों में एक सात-पदी निम्न-दाब सम्पीडित्र, एक सात-पदी उच्च-दाब सम्पीडित्र और दो एक-पदी टरबाइनों होती हैं। अमेरिका के एफ-105 थण्डरचीफ और एफ-106 डेटा डार्ट लडाकू विमानों को तथा बोइंग 707 और DC-8 यात्री-विमानों को शक्ति प्रदान करने वाले दो-फिरकी वाले टर्बोजेट प्रेंट एव ह्विटने J 75 में एक आठ-पदी निम्न-दाब सम्पीडित्र, एक सात-पदी उच्च-दाब सम्पीडित्र, एक एक-पदी उच्च-दाब टरबाइन, और एक दो-पदी निम्न-दाब टरबाइन होती है। परन्तु कुछ अवयवों को छोड़कर इन इंजनों की योजना चित्र में दिखाई गई योजना के समान ही होती है।

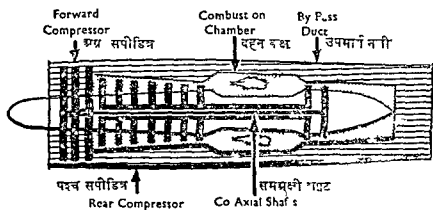
सावधानीपूर्वक तैयार किए गए डिजाइन द्वारा भार निम्नतम किया जा सकता है और ओलिम्पस-593 से 35,000 पौंड प्रणोद प्राप्त होता है हालांकि उसका भार केवल 5600 पौंड होता है। इसका अर्थ यह है कि 1400 मी प्र घ की गति से उड़ने वाले कॉन्कोड को उतनी ही शक्ति है जितनी 215 डैकोटा जहाजों की या द्वितीय विश्वयुद्ध के 100 भारी लंबास्टर बमवपकों की है। और जैसा कि हम पहले ही देख चुके हैं एक अक्षीय सम्पीडित्र वाले छोटे वाइपर-522 से 3410 पौंड प्रणोद प्राप्त होता है जबकि उसका भार केवल 756 पौंड है। इस प्रकार एकल तथा दो-फिरकी वाले 'अक्षीय' (axials) भविष्य में भी काफी उपयोगी रहेंगे, विशेष रूप से जब उनमें परिवर्ती-आपात वाले स्टेटर पटल (stator blades) हों।

स्वाभाविक है कि ऐसे इंजनों में ईंधन की खपत बहुत ही अधिक है और चार-जेट वाला विमान, जैसे बोइंग 707-436 जो BOAC-के काम आता है, यूरोप से अमरीका तक की सीधी उड़ान में अपने टैंकों में 19,600 इम्पोरियल गैलन (23,580 अमरीकी गैलन) ईंधन ले जा सकता है। इसके बाद का विशाल बोइंग 747 'जम्बो जेट' 41,900 इम्पोरियल गैलन (50,320 अमरीकी गैलन) ईंधन ले जा सकता है।

ईंधन की विशाल मात्रा को, एक उप-भाग टर्बोजेट (by pass turbojet) या टर्बोफैन (turbofan) की सहायता से कम किया जा सकता है। इसे समझने के लिए हमें ध्यान रखना चाहिए कि जहाँ तक काय के लिए प्रयास का सम्बन्ध है नोदक की भाँति मन्द गति वाली वायु की मोटी धारा को पीछे छोड़कर अग्र-प्रणोद या प्रतिक्रिया प्राप्त करना, टर्बोजेट की भाँति एक पतली तेज धारा पीछे छोड़ने से अग्र-प्रणोद प्राप्त करना अधिक दक्ष होता है।

टर्बोफैन में दोनों के ही अच्छे गुण होते हैं क्योंकि उसमें एकसाथ ही बड़ा व्यास और वायु का मन्द आयतन तथा छोटा-व्यास और तीव्र वायु-धारा प्रवाहित होती है।

जैसा कि नीचे दिए गए चित्र में स्पष्ट हो जाएगा यह मूल रूप से एक दो-फिरकी वाला टर्बोजेट ही है परन्तु निम्न-दाब सम्पीडित्र से कुछ वायु सामान्य विधि से उच्च-दाब सम्पीडित्र में चली जाती है और बाकी



टर्बोफैन या उप-भाग टर्बोजेट।

उप-भाग से जाने वाली वायु (जो समांतर रेखाओं से प्रदर्शित की गई है) और मध्य में से जाती हुई वायु (चिबुओं से प्रदर्शित) पुच्छ-नली के पिछले भाग में मिलती है जिससे दक्षता काफी अधिक बढ़ जाती है।

वायु एक वाहरी बेलनाकार नली द्वारा जाती है—दूसरे शब्दों में यह वायु की भाग को छोड़कर उप-मार्ग से निकल जाती है।

जब उप-मार्ग से आई अपेक्षाकृत ठंडी वायु पुच्छ-नली में प्रमुखी के साथ मिलती है, तो यह उनको मन्द कर देती है और इसके परिणाम-स्वरूप एक मन्द तथा मोटा और इससे अधिक प्रभावी नोदक जेट बन जाता है। भार में भी कमी आ जाती है क्योंकि उच्च-दाब सम्पीडित, दहन-कक्षों और टरबाइनो को सारे वायु-प्रवाह को सभालना नहीं होता इसलिए वे सामान्य से छोटे बनाए जा सकते हैं।

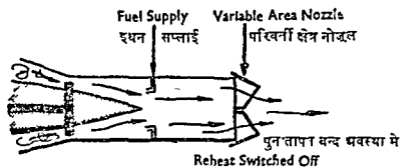
रोल्स-रॉइस स्पे (Rolls-Royce Spey) एक टर्बोफैन है और इसकी दक्षता इस बात से सिद्ध हो जाती है कि इसे हमारे कई अद्यतन जेट-विमानों को शक्ति देने के लिए प्रयुक्त किया गया है। इसका उदारहण ट्राइडेंट (Trident) और बी ए सी वन-इलेवन (BAC One eleven) है। इससे समान शक्ति वाले टर्बोजेट-युक्त विमानों की तुलना में उसकी क्षमता अधिक-अधिक हो जाती है। उप-भाग नलियों में वायु भेजने वाले सम्पीडित-पदों के व्यास अधिक होने के कारण उन्हें पल-पद कहा जाता है। इसीलिए सम्पूर्ण इंजन को कभी-कभी टर्बोफान (turbofan) कहते हैं और 'उप-भाग टर्बोजेट' शब्द का अब उपयोग प्रायः नहीं होता।

टर्बोजेट के बाद जेट-परिवार के अन्य किसी विमान की चर्चा करने से पूर्व हम पुनः तापन (re-heat) या उत्तर-ज्वलन (after burning) को नहीं छोड़ सकते जो किसी भी प्रकार के टर्बोजेट की शक्ति बढ़ाने के लिए प्रयुक्त किया जाता है।

इसमें केवल यह होता है कि इंजन की पुच्छ-नली (tail pipe) में रेचक गैसों में अतिरिक्त ईंधन जलाया जाता है, फिर भी पुनः तापन सयंत्र से ऊपर उठने के लिए 50 प्रतिशत अतिरिक्त प्रणोद-वृद्धि प्राप्त हो जाती है। इसके अलावा अधिक ऊंचाई पर पुनः तापन से प्राप्त किया गया प्रणोद मुख्य इंजन के प्रणोद की भांति इतनी तेजी से कम नहीं होता।

50,000 फुट पर वायु का घनत्व समुद्र-तल पर वायु के घनत्व के $\frac{1}{2}$ भाग से भी कम होता है। इसके परिणामस्वरूप रोल्स-रॉइस ऐवन जैसे टर्बोजेट का 10,000 फीट का प्रणोद उस ऊंचाई पर केवल 2000 फीट उड़ जाता है। इस कमी की पूर्ति इस बात से हो जाती है कि विरल वायु में वायुयान को धकेलने के लिए कम शक्ति की जरूरत होती है परन्तु पुनः तापन सयंत्र के 2000 फीट अतिरिक्त प्रणोद में भारी अन्तर पट जाना

है। इसके अलावा यदि हम ऊर्चाई को भी छोड़ दें तब भी एक पुन तापन सयंत्र जो चढते समय के प्रणोद मे 35 प्रतिशत की वृद्धि कर सकता है, वह ध्वनि से डेढ गुनी चाल पर इजन के प्रणोद को दुगुना कर सकता है तथा ध्वनि की तिगुनी चाल पर उसे तीन गुनी से भी अधिक कर सकता है।



पुन तापन जिसमे पुच्छ नली में अतिरिक्त इंधन जलाया जाता है जिससे प्रणोद बहुत बढ़ जाता है। प्राय नोजिल के ऊपर कन्वेदार किवाड लगे होते हैं।

जसा चित्र मे दिखाया गया है, जब पुन तापन चालू होता है तब किवाडों के कारण नोदक-जेट का व्यास बढ़ जाना है।

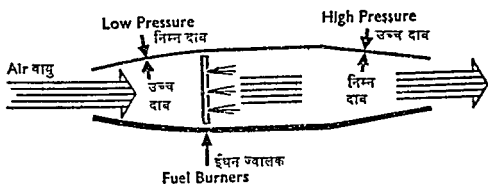
पुन तापन का उपयोग कम ही करना चाहिए क्योंकि टर्बोजेट की दृष्टि से भी उसमे बहुत तेज दर से इंधन जलता है। परन्तु यदि हमे बहुत अधिक प्रणोद की आवश्यकता हो तो हम अधिक इंधन खच करने के लिए तैयार रहना चाहिए और आजकल उपयोग मे आने वाले अधिकांश तीव्रतम लडाकू विमानों मे पुन तापन लगे रहते हैं ताकि उनकी क्षमता बढाई जा सके और युद्ध मे इससे बहुत अन्तर पड जाता है।

बाकी के जेट-इजनों मे से अधिकांश मुख्य रूप से सैनिक शक्ति सयंत्र हैं, परन्तु यह तो अभी की बात है, क्योंकि टर्बोजेट का आरम्भ भी तो लडाकू विमानों के रूप मे ही हुआ था। यह कोई बुरी बात नहीं है क्योंकि विवास का जो भारी खच होता है वह सैनिक खच से पूरा हो जाता है

जिससे हवाई कम्पनियो को वे सस्ते पड जाते हैं और यात्री-सेवा मे आने से पहले इजनों के 'आरम्भिक दोष' भी दूर हो जाते हैं ।

इनमे सबसे महत्त्वपूर्ण सम्भवत रमजेट (Ramjet) है जिसे कभी-कभी ऐथोडिड (athodyd) कहते हैं—यह aero thermo-dynamic duct का सक्षिप्त है । यह निश्चय ही सप्सर का सबसे सरल इजन है क्योकि इसमे कोई भी चल भाग (moving part) नही होता । दुर्भाग्यवश जब तक वह घायु मे आगे न बढ रहा हो तब तक वह अच्छी तरह काय नही कर सकता । वास्तव मे उसे इतनी हवा की आवश्यकता होती है कि वह तीव्रतम वायुयान और प्रक्षेपास्त्रो के अलावा उपयोगी नही होता ।

यात्रिक दृष्टि से हालांकि रैमजेट बहुत सरल होता है परन्तु उसका डिजाइन बहुत सावधानी से तैयार करना होता है । यह इस बात पर निर्भर होता है कि उसकी चाल कितनी रखनी है, क्योकि वायु का प्रवाह अवध्वानिक (subsonic) और पराध्वानिक (supersonic) चालो पर भिन्न-भिन्न आचरण करता है । परन्तु हमे उसकी काय-विधि का कुछ अनुमान हो सकता है यदि हम यह ध्यान रखें कि जब वायु मन्द होती है तो उसका दाब भी बढ जाता है और वायु-प्रवाह तेज होने से दाब घटता है ।



Ramjet.

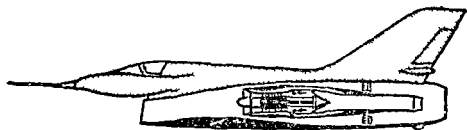
रमजेट

जिस नली (duct) का चित्रण किया गया है वह मुख्य रूप से अवध्वानिक चाल पर प्रयुक्त होती है और इसकी क्षमता इस बात पर निर्भर होती है कि यह अगले और पिछले सिरे पर तग है । जब यह आगे

बढ़ती है ता वायु सामने से प्रवेश करती है और चींटे होने हुए भाग में मन्द हो जाती है। इससे दाब बढ़ जाता है। परन्तु इसके साथ-साथ दूसरी तरफ से निकलने वाली वायु त्वरित होती जाती है जिससे उमका दाब कम हो जाता है। चकि बाहर की तुलना में अन्दर का दाब बढ़ जाता है इसलिए परिणामस्वरूप यह ढलवा दीवारों पर घबरा डालती है जिससे कि नली आगे को बढ़ती है।

नली में कुछ आगे जाकर वायु को जलते हुए ईंधन की फुहार से गरम किया जाता है जैसे पुन तापन सयत्र की रेचक गैसों को इस काम के लिए प्रयुक्त किया जा सकता है। यह उसे पुन तीव्र कर देता है और नली के पश्च भाग में अन्दर अपेक्षाकृत निम्न-दाब उत्पन्न हो जाता है—बाहर की तुलना में अन्दर कम दाब होता है और दाब के इस अन्तर का प्रभाव भी नली को आगे की ओर धक्का देने में काम आता है।

उच्च पराध्वानिक चालों के लिए बनाए गए रैमजेट, आकार में उससे भिन्न होते हैं जो यहाँ चित्रित किया गया है परन्तु वे उसी मूल आधार पर कार्य करते हैं। उनका ईंधन का खर्च बहुत अधिक होता है, पर ध्वनि के वेग से दुगुनी अग्र-गति पर रैमजेट के अन्दर वायु इतनी अधिक सम्पीडित हो जाती है कि वह टर्बोजेट-जितना ही दक्ष हो जाता है, साथ ही उसमें टरबाइन एवं सम्पीडित्रों का भार और जटिलता भी नहीं होती। इसलिए निर्देशित प्रक्षेपास्त्र और लडाकू विमानों के लिए यह सर्वोत्तम रहता है बशर्ते कि उन्हें रैमजेट के चालू होने तक किसी अन्य तरीके से त्वरित किया जा सके और उन्हें वायुमंडल से ऊपर ऐसे स्थान पर न उड़ना हो जहाँ वायु न हो।

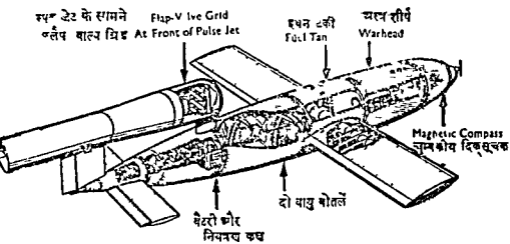


नोड ग्रिफॉन का इजन सयत्र।

इस रैमजेट इजन के बाहरी खोल का काम करता है। टर्बोजेट बीच में पित होता है और ऊपर उठते समय तथा उड़ान के दौरान अति

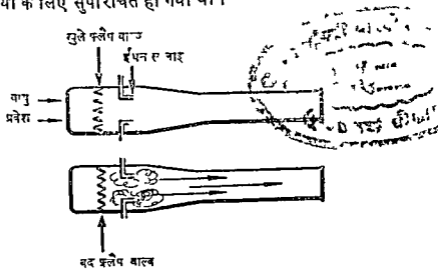
प्रदान

यही कारण है कि रैमजेट-शक्तियुक्त अनुसन्धान वायुयान फ्लैप नोर्ड ग्रिफॉन में एक ट्वोजेट होता है जो उसे भूमि से ऊपर उठते समय तथा रैमजेट के चालू होने से पूर्व सहायता करता है।



युद्धकालीन जर्मन फिसेलर Fi 103 उड़न बम (V 1)

एक अन्य इंजन जो दक्षता से कार्य करने के लिए गतिमान होना चाहिए आवेग-नली या स्पन्द-जेट (pulse jet) है। आजकल इसका बहुत कम उपयोग होता है, परन्तु यह प्रथम वायुयान जेट-इंजन है जिसके बारे में हमसे से कइयों ने जून 1944 में सुना होगा क्योंकि जर्मन V 1 उड़न बम, जो उस मास दक्षिणी इंग्लैंड पर गिरे थे, अपनी शक्ति स्पन्द-जेटों से प्राप्त करते थे और उनका मोटरसाइकल-जैसा घड़-घड़ का शोर लदनवासियों के लिए सुपरिचित हो गया था।



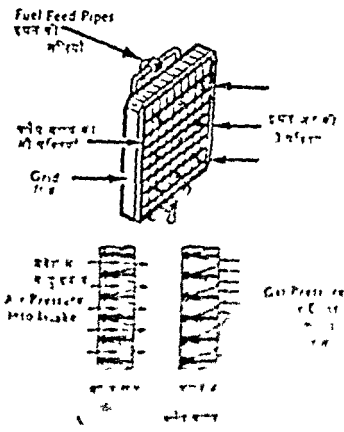
स्पन्द-जेट इंजन (ऊपर) बहन से पूर्व, (नीचे) बहन के बाद।

स्पन्द-नेट बहुत गरम होना है, इसमें केवल एक धातु की नली होती है और सामने के भाग में बन्धों में लगे कई पर्नैप-वाल्व होते हैं तथा कुछ दंपन-फुहार तथा पत्तों होते हैं।

पर्नैप-वाल्वों को गोलकर वायु अन्दर प्रवेश करती है और दंपन के माध्यमिन् होकर जलती है। इसके फलस्वरूप जो दहन होता है उसमें पर्नैप-वाल्व बंद हो जाते हैं और जब रेचर गैसों पीछे से निकलती हैं तो उनकी प्रतिक्रिया में इन्जन भागों को धकेला जाता है। जब वे निकल जाती हैं तो पर्नैप-वाल्व पुन खुल जाते हैं और यही प्रक्रम पुन चालू हो जाता है।

स्पन्द-नेट की वनस फटफडाहट से ध्वनि इसी घातगायिन दहन के कारण होती है जो टर्बोनेट के अन्दर होने वाले घात तथा एनर्जमा दहन में निम्न है।

युक्ति स्पन्द-नेट उस समय एक दशाता के माध्यम्य गती भर गन्ता जा तब कि उसके धान्या का गोलनी के लिए उगने प्रयोग माग में

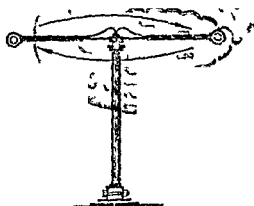
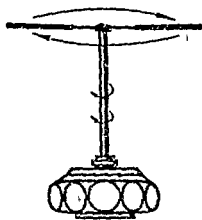


काफी वायु न भर जाए इसलिए V 1 उड़न यम को वायु में छोड़ा होता है। इसका आर्गस (Argus) इंजन अत्यन्त साफ होता है क्योंकि इसकी ईंधन स्पलाई नलियों का एक ग्रिड-सा बना होता है जिसमें धातु के 63 फ्लैप-वाल्व होते हैं। एक छोटे स्फुर्लिंग प्लग (spark plug) से शुरू में ईंधन में आग लगाई जाती है जिसके बाद गरम नली में स्वचालित रूप से 45 स्पद प्रति सैकंड की दर से दहन होता रहता है। इससे लगभग 600 फीट प्रणोद उत्पन्न होता है और इससे V 1 इंजन 350-400 मी प्र घ की चाल प्राप्त कर लेता है और उसका खर्च साधारण मोटर के तेल का एक गैलन प्रति मील के हिसाब से होता है।

युद्ध के बाद कुछ समय तक यह विचार था कि स्पद-जेट (pulse-jets) छोटे हेलिकॉप्टरो के लिए लाभदायक सस्ते शक्ति सयत्रो का कार्य करेंगे परन्तु अनुसंधान से पता चला है कि ट्वजिट, दाब-जेट और छोटे रॉकेट-मोटर अधिक अच्छे होते हैं।

इन दो प्रकार के इंजनों के बारे में चर्चा करने से पूर्व यह बताना उपयुक्त होगा कि हेलिकॉप्टरो और जेटो का क्या सम्बन्ध है।

अधिकांश हेलिकॉप्टरो में रोटर (rotor) शैपट के सिरे पर घूमता है जो एक पिस्टन-इंजन की महायता से गियर द्वारा चलाया जाता है। इस प्रकार के इंजन के स्थान पर अब धीरे-धीरे शैपट-ट्रवाइन का प्रयोग



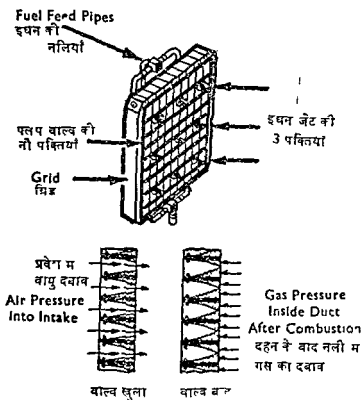
(बाएँ) पिस्टन इंजन के घूमते हुए शफ्ट द्वारा चालित हेलिकॉप्टर रोटर बल प्राप्ति उत्पन्न करता है। (दाएँ) स्थिर शफ्ट पर लगा स्वतंत्र घूमता हुआ तथा सिरे से चलाया जाने वाला रोटर बल प्राप्ति उत्पन्न नहीं करता।

स्पद-जेट बहुत सरल होता है, इसमें केवल एक धातु की नली होती है और सामने के भाग में कब्जे से लगे कई फ्लैप-वाल्व होते हैं तथा कुछ ईंधन-फुहार तथा पलीते होते हैं।

फ्लैप-वाल्वों को खोलकर वायु अन्दर प्रवेश करती है और ईंधन के साथ मिश्रित होकर जलती है। इसके फलस्वरूप जो दहन होता है उससे फ्लैप-वाल्व बंद हो जाते हैं और जब रेचक गैसों पीछे से निकलती हैं तो उनकी प्रतिक्रिया से इजन आगे को धकेला जाता है। जब वे निकल जाती हैं तो फ्लैप-वाल्व पुनः खुल जाते हैं और वही प्रक्रम पुनः चालू हो जाता है।

स्पद-जेट की ककश फडफडाहट की ध्वनि इसी आन्तरायिक दहन के कारण होती है जो टर्बोजेट के अन्दर होने वाले सतत तथा एकसमान दहन से भिन्न है।

चूँकि स्पद-जेट उस समय तक दक्षता के साथ कार्य नहीं कर सकता जब तक कि उसके वाल्वों को खोलने के लिए उसके प्रवेश-भाग से



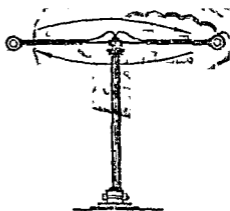
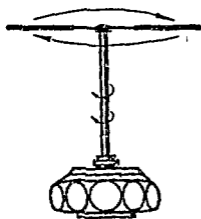
V 1 स्पद-जेट में फ्लैप वाल्व की कार्य दिशि

काफी वायु न भर जाए इसलिए V 1 उड़ा बम को वायु में छोड़ा जाता है। इसका आर्गस (Argus) इजन अत्यन्त साफ होता है क्योंकि इसकी इंधन स्पलाई नलियों का एक ग्रिड-सा बना होता है जिसमें धातु के 63 फ्लैप-वाल्व होते हैं। एक छोटे स्फूर्तिग प्लग (spark plug) से शुरू में इंधन में आग लगाई जाती है जिसके बाद गरम नली में स्वचालित रूप से 45 स्पद प्रति सैकंड की दर से दहन होता रहता है। इससे लगभग 600 फौंड प्रणोद उत्पन्न होता है और इससे V 1 इजन 350-400 मी प्र घ की चाल प्राप्त कर लेता है और उसका खर्च साधारण मोटर के तेल का एक गैलन प्रति मील के हिसाब से होता है।

युद्ध के बाद कुछ समय तक यह विचार था कि स्पद-जेट (pulse-jets) छोटे हेलिकॉप्टरो के लिए लाभदायक रास्ते शक्ति सयत्रो का कार्य करेंगे परन्तु अनुसंधान से पता चला है कि टर्बोजेट, दाब-जेट और छोटे रॉकेट-मोटर अधिक अच्छे होते हैं।

इन दो प्रकार के इजनो के बारे में चर्चा करने से पूर्व यह बताना उपयुक्त होगा कि हेलिकॉप्टरो और जेटो का क्या सम्बन्ध है।

अधिकांश हेलिकॉप्टरो में रोटर (rotor) शैफ्ट के सिरे पर घूमता है जो एक पिस्टन-इजन की महायता से गियर द्वारा चलाया जाता है। इस प्रकार के इजन के स्थान पर अब धीरे-धीरे शैफ्ट-टर्बाइन का प्रयोग



(बाएँ) पिस्टन इजन के घूमते हुए शैफ्ट द्वारा चालित हेलिकॉप्टर रोटर बल प्राप्ति उत्पन्न करता है। (दाएँ) स्थिर शैफ्ट पर लगा स्वतंत्र घूमता हुआ तथा सिरे से चलाया जाने वाला रोटर बल प्राप्ति उत्पन्न नहीं करता।

होने लगा है जिसे एक टर्बोप्रॉप माना जा सकता है और यह मोटर के बजाय रोटार को घुमाता है।

इसका मुख्य लाभ यह है कि जब भी रोटार शैपट-चालित होता है तब प्रतिक्रिया होती है (जिसे बल-आघूर्ण प्रतिक्रिया कहते हैं)। इमने सारा घड विपरीत दिशा में चरण करने लगता है। इमे रोकने के लिए अधिकाश हैलिकाप्टरो मे एक छोटा (बल-आघूर्ण-विरोधी) पुच्छ-रोटार होता है जिससे एक पार्श्वीय बल उत्पन्न होता है और वह प्रतिक्रिया-बल का ठीक-ठीक सतुलन करता है।

जिस शैपट पर रोटार लगा होता है यदि उसे हम स्थिर कर दें, ताकि वह घूम न सके, और उसके ऊपरी सिरे पर रोटार को स्वतंत्र घूमने दें तथा रोटार को पटल के सिरो पर लगे किसी प्रकार के इजन से घुमाए तो उसमे कोई बल-आघूर्ण नहीं होता और पुच्छ-रोटार की भी उतनी जरूरत नहीं पडती। इसके अतिरिक्त भारी चालक-शैपट और गियरो की जरूरत भी नहीं होती जिनका निर्माण महंगा भी होता है और सिरे मे चलने वाले रोटार यत्र की तुलना मे जिनके टूटने या खराब होने की सम्भावना भी अधिक होती है।

जब स्पद-जेट रोटार-सिरो पर आरोपित होते हैं तब ईंधन-लाइनें घड से रोटार के नाभि तक और वहाँ से खोखले पटलो से सिरो तक जाती है।

रॉकेट-मोटर, जिनका उल्लेख आगे किया जाएगा, और दाब-जेट स्पद-जेट या रैमजेट से इस बात मे भिन्न होते हैं कि उहे वायुमंडल से वायु नहीं लेनी पडती और वे खरोच पजे (scratch) से सीधे ही उड सकते हैं। उनमे हवा भरने के लिए अग्र-गति की आवश्यकता नहीं पडती।

दाब-जेटो को आसानी से पहचाना जा सकता है क्योंकि उनमे सामन की तरफ वायु-प्रवेश-भाग नहीं बना होता। इसके विपरीत दाब-जेट मे खोखले रोटार-पटलो के द्वारा ईंधन और सम्पीडित वायु दोनो ही दहन-कक्ष मे भरी जाती है और वहाँ मिश्रित करके सामान्य रूप से जलायी जाती है। इससे प्रतिक्रिया उत्पन्न होती है।

कभी-कभी सम्पीडित वायु प्राप्त करने के लिए छोटे गस टरवाइन इजनों का प्रयोग किया जाता है। इसका एक उदाहरण फ्रांसीसी टर्बोमेका पालोस्त (Turbomeca Palouste) है। इसमे एक बहुत बडा अपके-ट्री सम्पीडित्र होता है जो इतनी अधिक वायु को सम्पीडित करता है कि

उसकी विशाल मात्रा नलियो द्वारा टजन से दाव-जेटो मे पहुँचाई जा सकती है और फिर भी दहन-कक्षो और टरवाचन के लिए काफी वायु बच रहती है। इसलिए इसे वायु-सम्पीडित या टर्वो-जनित्र कहते हैं।

पालोस्त सम्पीडित वायु का इतना अधिक आयतन उत्पन्न करता है कि फ्रेंच सड-एविएशन कम्पनी उसके साथ ईंधन भी मिश्रित नहीं करती और इसे अपने छोटे 2-सीट वाले जिन्न (Djinn) हैलिकॉप्टर के रोटर-के-सिरो पर जलाती है। इसके वजाय वह उसे केवल नोजिल से बाहर निकालती है और इससे रोटर उसी प्रकार घूमने लगता है जिस प्रकार वाग मे पानी का फव्वारा पानी के दाव से चलने लगता है।

क्या इससे सरल और कोई यत्र हो सकता है? क्या यह हमे प्रथम जेट-इजन—हीरो एयोलिपाइल—की याद नहीं दिलाता?

आकाश मे नई आकृतियाँ

ऐसी आशा नहीं की जा सकती थी कि नये जेट-युग का वायुयान वैसा ही लगेगा जैसा कि उससे पूव का मन्द गति वाला पिस्टन-इजनयुक्त वायुयान था।

वास्तव मे जेट-विमान के सेवा मे आने मे पहले ही परिवर्तन होने शुरू हो गए थे। क्योंकि अमरीका और ब्रिटेन दोनो ही देशो मे उच्च-गति वाले लडाकू विमानो के पायलटो ने 1941-42 मे ही अपने विचित्र तथा भयावने अनुभव बताने शुरू कर दिए थे।

जब वे तेज चाल से गोता लगाते थे तो उनका वायुयान इस प्रकार काँपने तथा कूदने लगता था मानो उस पर किसी विशाल हथौडे से चोट की जा रही हो। नियंत्रण-कालम उनके हाथो से तगभग निकल ही जाता था और प्राय वे यह भी नहीं बता पाते थे कि आगे क्या हुआ क्योंकि इस कम्पन मे उनके वायुयान प्राय, हवा मे ही टूटकर नष्ट हो जाते थे और वे मारे जाते थे।

डिजायन-निर्माता जानते थे कि उनका गत्रु सम्पीड्यता (compressibility) है जिसका कारण यह था कि वायुयान इतने अधिक वेग से उडने लगे थे कि वायु उनके पास मे मरलता से नहीं गुजरती थी

बल्कि प्रघात तरंग बनाती थी जिससे वर्षण बहुत ही अधिक बढ जाता था और उससे वे डगमगाने लगते थे जिसका उत्तरेख उपर किया गया है।

समाचारपत्रों के सवाददाताओं ने 'ध्वनि-अवरोध' के बारे में लिखना शुरू कर दिया क्योंकि सम्पीड्यता प्रघात तरंगों उस समय बनती है जब वायुयान ध्वनि-वेग से उड़ रहा हो। ध्वनि का वेग समुद्र-तल पर 760 मी प्र घ है और 36,000 फुट से ऊपर 'तनु' वायुमंडल में 660 मी प्र घ रह जाता है। इसे 'ध्वानिक वेग' (sonic speed) कहते हैं। ध्वनि-वेग से कम वेग 'उपध्वानिक' (subsonic) और इससे अधिक 'पराध्वानिक' (supersonic) कहलाता है। 'पारध्वानिक' (transonic) वेग वह वेग है जो ध्वनि वेग की सीमा पर दोनों तरफ थोड़ी-थोड़ी दूर तक हो।

हालांकि 1941-42 के वायुयान ध्वनि-वेग से नहीं उड़ते थे परंतु जब वायु पक्ष के बक्र भाग के ऊपर से गुजरती है तो प्रवाह-वेग त्वरित हो जाता है। इसलिए जब वायुयान की अग्र चाल 500 मी प्र घ हो तब भी उसका वेग ध्वानिक वेग हो जाता है। वायुयान के पक्ष जितने अधिक मोटे हो वायु का उतना ही अधिक घमककर जाना पड़ता है और वह उतनी ही अधिक त्वरित हो जाती है। इसलिए, 1943 से ही, डिजाइन-निर्माताओं ने उच्च-गति वाले वायुयानों में पतले पक्ष लगाने शुरू कर दिए थे जिससे प्रघात-तरंग की कठिनाई को कुछ समय के लिए दूर किया जा सके।

लगभग उन्नीसवीं समय वात-सुरंग के प्रयोगों से पता चला कि पूर्ण सुरक्षा के साथ इससे उच्चतर वेग सम्भव है यदि पक्षों की पीछे की तरफ दबाया जा सके। ये आविष्कार ठीक समय पर हुए जिससे कुछ आरम्भिक जेट-वायुयानों को छोड़कर बाकी सभी वायुयानों के निर्माण पर इसका प्रभाव पड़ा।

चूँकि भिन्न-भिन्न ऊँचाइयों पर ध्वनि की गति भी भिन्न-भिन्न होती है, इसलिए पायलटों ने अपने कॉकपिट (चालक-बक्ख) में लगे माख-मीटर (Mach meter) नामक उपकरण को शीघ्र ही ध्यान से देखना सीख लिया। ध्वनि की गति स्वयं 1 माख के बराबर होती है, यह आस्ट्रिया के डॉ माख के नाम पर रखा गया है। जब एक वायुयान, समुद्र-तल पर, 760 मी प्र घ की गति से उड़ता है तो माख-मीटर इसे 1 माख अंकिन करेगा। ध्वनि का वेग यदि $\frac{1}{10}$ होता (समुद्र-तल पर 684 मी प्र घ) तो माख-मीटर में यह 9 माख होगा, समुद्र-तल पर 1520 मी प्र घ चाल

2 मास के बराबर होगी ।

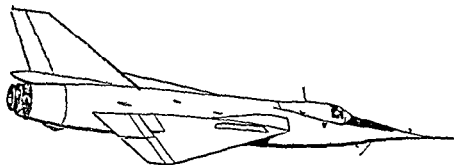
स्पष्ट है कि मास-मीटर इतना महत्वपूर्ण क्यों है । उदाहरण के लिए, ग्लॉस्टर-मीटियॉर Mk 8 लडाकू विमान की चाल रॉयल एयर फोर्स ने पूर्ण सुरक्षा की दृष्टि से 82 मास के लगभग ही रखी थी । यह समुद्र-तल पर 623 मी प्र घ के बराबर या 36,000 फुट की ऊँचाई पर केवल 541 मी प्र घ के बराबर है ।

परन्तु 14 अक्तूबर 1947 से डिजाइन-निर्माताओं और विमान-चालकों ने ध्वनि-अवरोध की चिन्ता करना छोड़ दिया जब चार्ल्स ('चक') येगर [Charles ('Chuck') Yeager] नामक एक अमरीकी पायलट ने यह सिद्ध कर दिया कि एक सुनिर्मित वायुयान को ध्वनि-अवरोध के पार भी उड़ाया जा सकता है ।

उसका छोटा बैल X-1 अनुसन्धान वायुयान बहुत ही अधिक शक्तिशाली बनाया गया था और उसमें शक्ति के लिए 6000 पौड प्रणोद का रॉकेट-मोटर लगा हुआ था । फिर भी उसकी उड़ान काफी कष्टदायक थी, परन्तु इससे यह सिद्ध हो गया कि ध्वनि-अवरोध वास्तव में प्रगति के लिए इतना बाधक नहीं था जितना कि लोग समझते थे ।

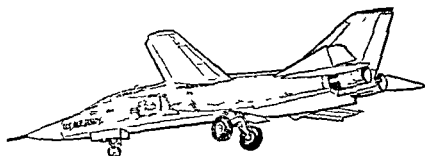
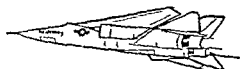
तबसे अनुभव के आधार पर पता चला है कि X-1 जैसे वायुयान, जिनमें 'सीधे' या बिना झुके हुए पख हो, पारध्वानिक क्षेत्र में बहुत देर में पहुँचते हैं और इसमें प्रघात-तरंग की उनके साथ बड़ी समस्या रहती है जबकि इसकी तुलना में पीछे झुके या डेल्टा-आकार के पखों में कम कठिनाई होती है । वास्तव में, फेयरी डेल्टा-2 पर, जिसने मार्च 1956 में 1132 मी प्र घ का ससार-भर का रिकार्ड कायम कर दिया था, सम्पीड्यता का इतना कम प्रभाव पड़ा था कि ध्वनि-अवरोध से गुजरने पर उसके उपकरणों में केवल मामूली-सा कम्पन हुआ था । सम्भवत यह प्रथम अतिपराध्वानिक वायुयान था जिससे यह सिद्ध हुआ था कि सही आकार के वायुयान के लिए 1 मास पार करना बहुत सरल है ।

आजकल पारध्वानिक और पराध्वानिक उड़ानों तो सैनिक लडाकू विमानों के पायलटों की दिनचर्या ही बन गई है । कई सबसे तेज उड़ने वाले लडाकू तथा बमवर्षकों में पीछे झुके हुए पख होते हैं, परन्तु मास 25 से ऊपर उड़ने वाले विमानों के निर्माण में अब उनको वैसा बनाने की प्रवृत्ति नहीं रही है ।



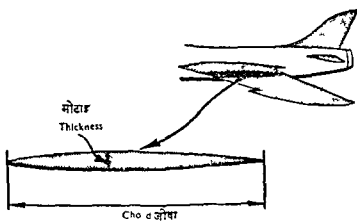
फायरी डेल्टा-2 अनुसंधान वायुयान जिसने 1956 में सतार, भर का 1132 मी प्र घ का रिकार्ड कायम किया था ।

इसके कई कारण हैं । सबसे पहली बात तो यह है कि ढाँचे की मजबूती की दृष्टि से एक 'सीधा' पख या सरल डेल्टा बनाना आसान होता है । इसके अलावा इसका एक कारण वायुगतिक भी है, ऐसे उदाहरण मिलते हैं जबकि खड़ी चढाई से या गोते के बाद ऊपर चढते समय पायलट झुके-पख वाले वायुयान का नियंत्रण नहीं कर पाया । इस समस्या का हल करने के लिए तथा निम्न चाल पर अच्छा नियंत्रण करने के लिए कई सुझाव दिए गए हैं । इसीलिए हम कई प्रकार के वायुयान देखते हैं, जैसे कटीले 'दातेदार' सिरो वाले पख, नवचन्द्राकार पख और बलदार डेल्टा पख-युक्त वायुयान ।



'भ्रूलता-पख' जनरल डायनेमिक्स F-111A लड़ाकू विमान जिसमें उतरते समय पख आगे की ओर झुक जाते हैं तथा तीव्र उड़ान के लिए पुन पीछे झुक जाते हैं ।

इसका एक और क्रान्तिकारी हल है—परिवर्ती-ज्यामिति पख या 'भूलता-पख' जिन्हे महान् ब्रिटिश इंजीनियर सर बार्नेस वालिस (Sir Barnes Wallis) ने बनाया था और जनरल डाइनेमिक्स F-111A अमेरिकी लड़ाकू विमान में लगाया गया था। इसमें प्रत्येक पख कोलकित होता है जिससे उतरते तथा ऊपर चढ़ते समय उसमें 'सीधे' पख के निम्न-चाल के अच्छे अभिलक्षण प्राप्त हो सके। फिर ऊपर चढ़ने के बाद वह पुन पीछे झुक जाता है जिससे तीव्र उड़ान में वह झुके-पख के लाभ दे सकता है। इस प्रकार इसमें पखों के सभी लाभ हैं, केवल इससे कुछ भार और कुछ जटिलता बढ़ जाती है, और यदि बहुत तीव्र उड़ान के लिए डेल्टा के स्थान पर सर्व-प्रथम 'भूलता-पख' ही ले तो यह बड़ा ही रोचक होगा।



मोटाई/चौड़ाई अनुपात।

इस चित्र में 'भारा बात' वाला पख भी दिखाया गया है।

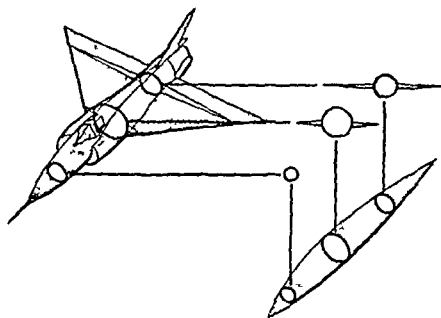
एक निश्चित बात यह है कि पख उस्तरे की धार के समान पतले होंगे। पतलेपन की कोटि की परिभाषा हम मोटाई/चौड़ाई अनुपात से करते हैं, यह किसी स्थान पर पख की अधिकतम मोटाई को उसकी चौड़ाई या चौड़ाई से भाग देने पर प्राप्त होती है और फिर उसे 100 से गुणा करने पर यह प्रतिशत में प्राप्त हो सकती है। इस प्रकार यदि किसी स्थान पर पख की मोटाई 3 इंच है और चौड़ाई 75 इंच है तो हम कहते हैं कि उसका मोटाई/चौड़ाई अनुपात $\frac{3}{75} \times 100 = 4\%$ है जो उच्च-चाल वाले अद्यतन लड़ाकू और अनुसन्धान वायुयान के पखों में प्रयुक्त होता है।

अब हम यह समझ सकते हैं कि डेल्टा-पख कितना लाभदायक है, क्योंकि 4 प्रतिशत मोटाई/चौड़ाई अनुपात में भी धड़ के पास उसके चौड़ाई की चौड़ाई बहुत अधिक होती है और एक बड़े वायुयान का पख इतना

मोटा होगा कि उममें प्रवचन, द्रुपन टैंक और अन्य गियर समा सकते हैं।

घट के भी आकार बदल रहे हैं। अधिकांश में तीक्ष्ण नोकें होती हैं और एव नये मूत्र की सहायता से, जिसे भ्रमरीजन लोग क्षेत्र-नियम (Area Rule) कहते हैं, कुछ वायुयानों में मामान्य सिगार के आकार के घट के बजाय ततये की पतली कमर (pinched-in wasp-waist) का आकार होता है।

इसका कारण यह है कि धारारेखा करते समय उच्च-चाल-विमान में पक्ष, घट और पुच्छ, सबका एकसाथ ध्यान रखना पड़ता है। यदि हम वायुयान की भिन्न-भिन्न स्थानों पर बीच से काट सकें, जैसा नीचे चित्र में दिखाया गया है, और प्रत्येक स्थान पर काट क्षेत्रफल मापें तो यह स्पष्ट है कि जहाँ पर घट के साथ पक्ष जोड़े गए हैं वहाँ का क्षेत्रफल बहुत अधिक होगा। इसके फलस्वरूप नोक (nose) से काफी पीछे क्षेत्रफल बढ़ता जाएगा जबकि सुपरिचित धारारेखित आकार के लिए यह कम होना चाहिए था। और इस क्षेत्रफल को घटाने का एक तरीका



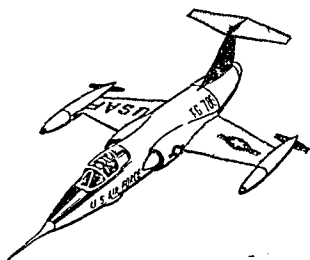
कॉन्वेयर F 102 लड़ाकू विमान।

क्षेत्र नियम की दृष्टि से जहाँ पक्ष की चौड़ाई बढ़ रही है वहाँ घट का व्यास कम रखा गया है जिससे कि कुल काट-क्षेत्र समान सापेक्ष स्थिति (नीचे बाएँ) के आदर्श धारारेखीय आकार के बराबर रहे।

यह है कि घड का व्यास कम किया जाए और ततैमे की कमर का आकार रखा जाए ।

यह सुनने मे तो बडा सरल लगता है परन्तु इसका महत्त्व इस बात से है कि कॉन्वेयर F-102 डेल्टा-पख लडाकू विमान जब पहले-पहल बनाया गया था तब ध्वनि-अवरोध वास्तव मे सत्य मालूम पडा था क्योकि वायु उसके घड के पास सरलता से नही गुजरती थी और यह 15,000 फीट पुन तापन टर्बोजेट के प्रणोद द्वारा भी ध्वनि-वेग से नही उड सकता था । जब इसका घड क्षेत्र-नियम के अनुसार बनाया गया तो वह बिना किसी कठिनाई के 800 मी प्र घ की दर से उड सका ।

इन सब आविष्कारो और विकासो का क्या परिणाम हुआ ?



लॉकहीड F-104 स्टारफाइटर ।

सब से पहली चीज तो यह है कि इससे 1000 मी प्र घ की परा-ध्वानिक चाल सामान्य लडाकू विमानो के लिए साधारण बात हो गई । कुछ विमान — जैसे लॉकहीड F-104 स्टारफाइटर, BAC लाइटनिंग, और मकडॉनेन F-4 फेण्टम II, तो 1400 से 1650 मी प्र घ तक की चाल प्राप्त कर लेते हैं । जबकि रूसी मिग-23 की गति 1850 मी प्र घ से भी अधिक है और अमेरीकन लॉकहीड YF-12A प्रायोगिक लडाकू विमान तथा SR 71 टोह-विमान 2000 मी प्र घ की गति से उडान करते हैं जो ध्वनि की गति का तिगुना है ।

RAF के डेल्टा-फ्ल वुल्कन तथा ईद के चाँद-जैसे आकार के पख वाला विकटर बममार अधिक ऊँचाइयो पर मात्र 95 (अर्थात् 630 मी प्र घ) तक उड सकते हैं। और बोइंग-707 तथा BAC VC-10 जैसे यात्री-विमान भी लगभग इतनी ही चाल से उडते हैं।

इतनी अधिक चाल सावधानीपूर्वक बनाए गए डिजाइन तथा अत्यधिक शक्तिशाली इंजनों के संयोजन से ही संभव हो सकी। इसका उदाहरण है स्टारफाइटर जनरल इलेक्ट्रिक J 79 टर्बोजेट, जो पुन तापन के साथ 15,800 पौंड प्रणोद उत्पन्न करता है। वुल्कन का रौल्स-रॉइस ब्रिस्टल ओलम्पस विना पुन तापन के इससे भी अधिक शक्ति प्रदान करता है।

परन्तु प्रगति कभी इतनी आसानी से नहीं होती और डिजाइन-निर्माताओं के सामने बड़ी-बड़ी समस्याएँ उत्पन्न होती हैं, जिनमें से एक बड़ी समस्या पखों को उस्तरे-की-घार के समान पतला, पर इतना मजबूत बनाने की थी कि वे अधिक उच्च-चाल वाली उड़ान के कारण पड़ने वाले भारी बोझ को भी सहन कर सकें।

प्रायः पायलट के लिए विशेष उड़ान-कण्ट्रोल (flying controls) होते हैं और उन्हें पराध्वानिक चाल पर सरलता से चलाने के लिए द्रव-चालित शक्ति या विद्युत्-शक्ति होती है। जब वह लडाकू विमान या अनुसंधान वायुयान उड़ा रहा हो तो उसे शरीर से चिपटा हुआ उड़ान-वस्त्र (flying suit) पहनना होता है जिसमें नलियाँ लगी होती हैं और जब वह कोई कठिन मोड़ लेता है तब वे हवा से भर जाती हैं और उसकी भुजाओं, टांगों और पेट को दबाती हैं जिससे उसके शरीर के ऊपरी भाग से रक्त का अपवाह न होने लगे और वह चेतना शून्य न हो जाए।

ऊँचे उड़ने वाले वायुयानों में बर्मोदिल और यात्रियों को दाबयुक्त कक्ष में बँटना होता है जिसमें पम्प द्वारा हवा भरी जाती रहती है ताकि वे आसानी से सास ले सकें। इसका निर्माण कठिन होता है क्योंकि उसे घट्टर और बाहर के दाब के अंतर को सहन कर सकने योग्य होना चाहिए। फिर भी गिरावियों और दग्याजों में भी रोक (cut outs) होने चाहिए।

मध्यम ऊँचाइयों पर ऑक्सीजन की टापियाँ पहनी जा सकती हैं परन्तु 39 000 फुट से ऊपर दाब-रक्षण अत्यन्त आवश्यक है क्योंकि वहाँ वायुमंडल का वायु-दाब इतना कम होता है कि यदि पायलट केवल ऑक्सीजन की टोपी पहनें तो वह अपने फेफड़ों का फुलावर साम नहीं ले सकेगा।

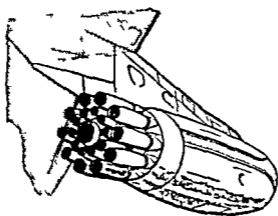


बाब पोशाक और रक्षाकारी टोप पहने हुए पायलट ।
वायु की नलियाँ भुजाओं और टाँगों के पास लटकी हुई हैं ।

जैसा कि हम पहले देख चुके हैं, जेट-विमानों से भी बहुत-सी समस्याएँ उठी हैं, जैसी कि उनके इंजन का शोर और विशाल लम्बाई वाले तथा मजबूत धावनपथों की आवश्यकता।

रौल्स-रॉइस जैसी बड़ी कम्पनियाँ इन समस्याओं पर बड़ा परिश्रम कर रही हैं और इसमें काफी प्रगति हो चुकी है। टर्बोजेट की पुच्छ-नलियों (tail-pipes) में लगे विशेष प्रकार के साइलेंसरो से शोर काफी कम हो जाता है हालाँकि इससे शक्ति की हानि होती है, और कई प्रकार के 'प्रणोद-प्रतिचालक' (thrust-reverser) प्रयुक्त किए जा रहे हैं।

ये काफी हद तक उसी प्रकार काय करते हैं जैसे उत्क्रमणीय-ठलान नोदक, क्योंकि वे भी रेचक गैसों को आगे की ओर परावर्तित करते हैं जिससे कि प्रतिक्रिया वायुयान को धीमा करने में ब्रेक का काय करती है। एक प्रकार की व्यवस्था में केवल पुच्छ-नली के नोजिल के पीछे कब्जे से लगी परावर्तक-प्लेटें होती हैं। एक अन्य विधि में, जिसे रौल्स-रॉइस ने बनाया है और जो शायद अधिक दक्ष है, गैसों को पुच्छ-नली के पार्श्व में, या ऊपर-नीचे, बनी भ्रूरी (grill) के द्वारा आगे की ओर परावर्तित किया जाता है।



मोडल 707 के टर्बोजेट में लगा इंजन-साइलेंसर।

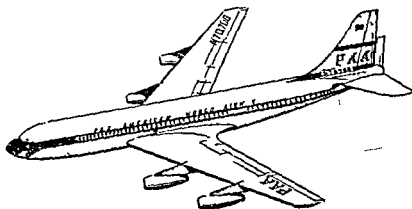
ऐसी युक्तियों से बड़ा भ्रन्तर पड़ता है और टर्बोफैन का एक अर्थ बड़ा लाभ यह है कि इसका बड़ा ध्यास और मद नोदक जेट शोर का समान शक्ति के टर्बोजेट की तुलना में काफी कम कर देता है। इसलिए इसमें साइलेंसर लगाने की आवश्यकता नहीं पड़ती, परन्तु इसमें यह है कि जेट-विमान नभी इतने ध्रान्त हो सकेंगे जितने कि समान क्षमता वाहन

60,000 फुट से अधिक ऊँचाई पर उसे पूर्णरूप से एअर दाब-सूट (pressure suit) और 'गोल्डफिश बाउल' (Goldfish bowl) टोप पहनना जरूरी है क्योंकि यदि उमवे दाब-कक्ष म कुछ गड़बडी हो जाए तो वहाँ वायु दाब इतना कम होगा कि उसका रक्त खीलने लगेगा।

ये तथा अन्य कई समस्याएँ हल की जा चुकी हैं परन्तु अभी बहुत-सी समस्याएँ हल करनी बाकी हैं और उनसे सभवतः भविष्य में आशा में और भी विचित्र आकृतियों का समूह दिखाई पड़ेगा।

जेट का भविष्य

हालाँकि उपयोग में आने वाले मय से पहले जेट-वायुयान लडाकू और बमबपक ही थे, पर युवा फ्रैंक ह्विटल ने 1930-40 के मध्य में अपने मूल टर्बोजेट से जिस प्रकार के वायुयान को शक्ति प्रदान करने की आशा की थी वह था 500 मी प्र घ का एक छोटा पारअटलांटिक डाक-वाहक वायुयान। इसलिए उसे यह देखकर विशेष रूप से रुची हुई होगी कि उसके महान आविष्कार से यात्री विमानों की एक अद्वितीय श्रृंखला सम्भव हो सकी जिनमें 300 400 मी प्र घ टर्बोप्रॉप वाइकाउण्ट और ब्रिटनिया से लेकर बड़े 550 620 मी प्र घ के BAC VC-10, डग्लस DC-8, बोइंग-707 कॉन्वेयर-880, ट्राइडेंट और कॅरावेल (देखिए मुख्य पृष्ठ) टर्बोजेट एव टर्बोफैन परिवहन वायुयान तथा पराध्वानिक कॉकोड भी सम्मिलित हैं।

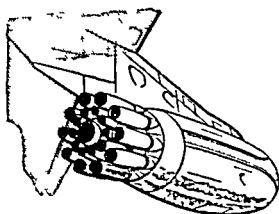


बोइंग 707 जेट विमान।

जैसा कि हम पहले देख चुके हैं, जेट-विमानों में भी बहुत-सी समस्याएँ उठी हैं, जैसी कि उनके इंजन का शोर और विशाल लम्बाई वाले तथा मजबूत धावनपथों की आवश्यकता।

रौल्स-रॉइस जैसी बड़ी कम्पनियाँ इन समस्याओं पर बड़ा परिश्रम कर रही हैं और इसमें काफी प्रगति हो चुकी है। टर्बोजेट की पुच्छ-नलियों (tail-pipes) में लगे विशेष प्रकार के साइलेसरों से शोर काफी कम हो जाता है हालाँकि इससे शक्ति की हानि होती है, और कई प्रकार के 'प्रणोद-प्रतिचालक' (thrust-reverser) प्रयुक्त किए जा रहे हैं।

ये काफी हद तक उसी प्रकार काय करते हैं जैसे उत्क्रमणीय-ढलान नोदक, क्योंकि वे भी रेचक गैसों को आगे की ओर परावर्तित करते हैं जिससे कि प्रतिक्रिया वायुयान को धीमा करने में ब्रेक का काय करती है। एक प्रकार की व्यवस्था में केवल पुच्छ-नली के नोजिल के पीछे बक्जे से लगी परावतक-प्लेटें होती हैं। एक अन्य विधि में, जिसे रौल्स-रॉइस ने बनाया है और जो शायद अधिक दक्ष है, गैसों को पुच्छ-नली के पार्श्व में, या ऊपर-नीचे, बनी झुंझरी (grill) के द्वारा आगे की ओर परावर्तित किया जाता है।



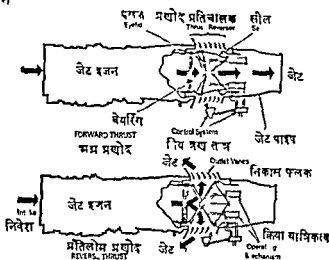
बोइंग 707 के टर्बोजेट में लगा इंजन-साइलेंसर।

ऐसी युक्तियों से बड़ा फायदा पड़ता है और टर्बोफन का एक अत्यंत बड़ा लाभ यह है कि इसका बड़ा व्यास और मंद नोदक जेट शोर का समान शक्ति के टर्बोजेट की तुलना में काफी कम कर देता है। इसलिए इसमें साइलेसर लगाने की आवश्यकता नहीं पड़ती, परंतु इसमें यह है कि जेट-विमान कभी इतने दान्त हो सकेंगे जितने कि नमान क्षमता वान

पिस्टन-इंजन वायुयान होते हैं और उनके लिए प्रायः लम्बे धावनपथ की आवश्यकता भी होगी। दूसरे शब्दों में यदि हम जेट-यात्रा की चाल और आराम चाहते हैं तो हमें इन कठिनाइयों को भुगनना ही पड़ेगा जब तक कि किसी क्रान्तिकारी नई तकनीक से मंत्र कुछ न बदल दिया जाए।

ऐसा रूपान्तरण बहुत सम्भव है क्योंकि सप्ताह के कुछ बहुत प्रतिभाशाली डिजाइन निर्माता सीधे ऐसे वायुयान बनाने की दिशा में कार्य कर रहे हैं जिन्हें ऊपर चढ़ने और नीचे उतरने के लिए किसी धावनपथ की जरूरत ही होगी।

न

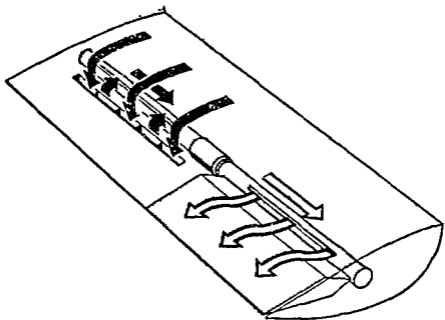


रोलस रॉयस प्रणोद प्रतिचालक का रेखाचित्र।

इस प्रकार का एक वायुयान तो हैलिकॉप्टर ही है और जैसा कि हम पहले ही देख चुके हैं घूर्णी-पंख यंत्रों की दक्षता बढ़ाने में गैस-टर्बाइन्स बड़ा योगदान दे रही हैं।

अन्य युक्तियाँ स्थिर-पंख वायुयान के ऊपर चढ़ने के समय को घटाने की दृष्टि से बनाई जाती हैं। इनमें एक सबसे महत्वपूर्ण 'सीमान्त परत नियंत्रक' (Boundary Layer Control) है जिसमें जेट-इंजन से ली गई वायु एक छोटी टर्बाइन को चलाने के लिए प्रयुक्त की जाती है। यह पंख-स्वच्छा के ऊपर से प्रवाहित होने वाली वायु की पतली परत को बारीक छिद्रों की शृंखला या भिरी के द्वारा पंख के अन्दर चूस लेता है और उसे पुनः फ्लैपों के ऊपर छोड़ देता है जिससे उनकी दक्षता बढ़ जाती है। इससे ऊपर चढ़ने का धावनपथ 25 प्रतिशत तक घट जाता है।

यह भी कम महत्व की बात नहीं है कि सीमान्त परत नियंत्रक



सीमात परत नियंत्रक ।

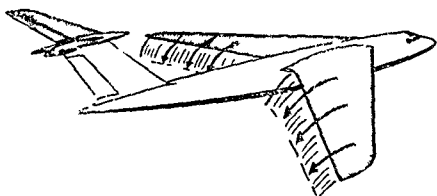
पल-त्वचा के पास की वायु की पतली परत चूस ली जाती है और एक वाहिका द्वारा पलप या सहपल में पहुँचती है जिससे उनका उत्पादन बढ़ जाता है ।

को टर्बोजेट-विमान जैसे वायुयानों में उड़ान के दौरान प्रयुक्त किया जा सकता है जिससे वह पल के पिछले भाग के ऊपर में विक्षुब्ध वायु-प्रवाह का चूषण कर सके । इससे उत्पादन इतना अधिक बढ़ जाता है कि बहुत छोटे पलों की ही आवश्यकता पड़ती है । कण कम होने पर छोटे और हल्के इंजन लगाए जा सकते हैं और परिणामस्वरूप एक बहुत छोटा तथा कम खर्च का यात्री-विमान तैयार हो जाता है जिसकी कार्यक्षमता में भी कोई कमी नहीं होती है ।

एक दूसरा तरीका जेट-पलप का है जिसमें वायुयान के टर्बोजेटों से आने वाली रेचक गैसें सामान्य पुच्छ-नली के नोजिल के बजाय पल के समस्त पिछले किनारे के साथ-साथ होती हुई एक छिद्र द्वारा अघोमुखी कोण पर निष्कामित होती हैं । यह जितना मालूम पड़ता है उससे कहीं अधिक त्रान्तिकारी है—एक प्रकार से उड़ान का सवया भिन्न तरीका ही है—क्योंकि ऊपर चढ़ते समय वायु की इस 'चादर' का यह प्रभाव होता है कि पल की ऊपरी सतह पर एक विशाल चूषण बुलबुला (suction bubble) बन जाता है जिसमें जबरदस्त उत्पादन पैदा होता है ।

जैसे-जैसे वायुयान की गति तेज होती जाती है वैसे-वैसे जेट-पलप

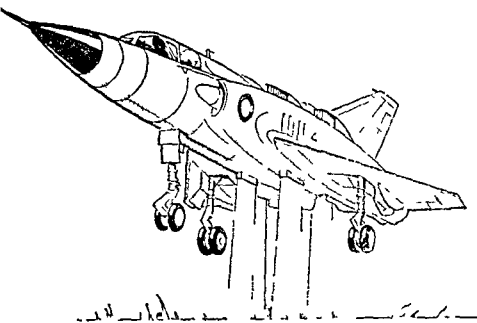
पीछे की ओर झुकता जाता है और अधिकाधिक प्रणोद उत्पन्न करता है जबकि पक्ष सामान्य विधि से उत्पापित होता है।



जेट प्लप।

परिभ्रमण उड़ान में यह सम्भवतः उससे अधिक ही झुक जाता है जितना यहाँ दिखाया गया है।

एक अन्य तरीका 'जेट-उत्पापन' का है जिसे समझना और भी आसान है और यह आजकल प्रसिद्ध रॉयल्-रॉइस के 'फ्लाइंग बेडस्टीड' (Flying Bedstead) द्वारा बनाया गया था और अत्र फ्रान्स के मिराज III-V ऊर्ध्वाधर उठने वाले लड़ाकू विमानों में प्रयुक्त किया जाता है। यह इस सिद्धांत पर कार्य करता है कि यदि आपके पास 20,000 पाउंड वजन का



मिराज III V ऊर्ध्वाधर उठने वाला लड़ाकू विमान।

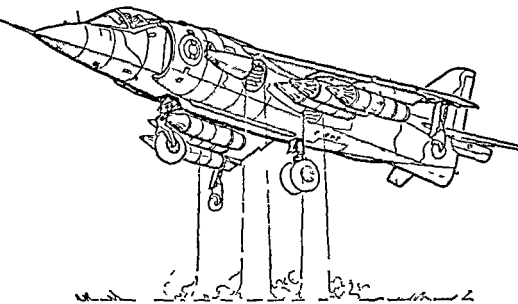
वायुयान है और आपके पास एक या अधिक टर्बोजेट हैं जिनका कुल प्रणोद 20,000 पाउंड से अधिक है और वे ऐसे हैं कि उनका रेचन ऊर्ध्वाधरत नीचे की ओर होता है तो उसकी प्रतिक्रिया वायुयान को जमीन से ऊपर उठा सकेगी।

मिराज III-V में रोलस-रॉइस RB-162 उत्पापन-जेट के चार जोड़े ऊपर उठने के लिए ऊर्ध्वाधर प्रणोद प्रदान करते हैं। एक बार वायु में पहुँचने के पश्चात्, पिछले घड पर सामान्यत आरोपित एक बड़ा टर्बोपत्ता चालू हो जाता है और वायुयान को आगे की ओर नोदित करता है। जैसे-जैसे चाल बढनी जाती है, वैसे-वैसे स्थिर डेल्टा-पल्ल अधिकाधिक उत्पापन प्रदान करते है जब तक कि अन्तत अधोमुखी जेट को बन्द करना सम्भव न हो और वह सामान्य तरीके से उडने न लगे। इस प्रक्रम के विपरीत नम में ऊर्ध्वाधर अवतरण सम्भव है।

'जेट-उत्पापन' से उड़ी भारी सभावनाए है क्योंकि ऊर्ध्वाधर आरोपित इजन केवल ऊपर चढने तथा नीचे उतरने के लिए ही प्रयुक्त होते हैं। इसलिए वे मरल, हल्के, नियत शक्ति के होते हैं और प्रत्येक पाउंड भार के लिए 20 पाउंड प्रणोद उत्पन्न करते हैं। एक बडे यात्री-विमान में उनकी एक बँटरी हो सकती है जिससे वह ऊर्ध्वाधरत ऊपर चढ सकता है और उतर सकता है और इससे उसके उपयोगी भार (payload) में भी कोई भारी कमी करने की आवश्यकता नहीं होगी।

इसके अतिरिक्त ऐसे वायुयान के अवचरु में बहुत सरल पाए (legs) और पहिए होंगे। उसकी मरचना को अवतरण के आघात को सहने के लिए अधिक मजबूत बनाने की आवश्यकता भी नहीं होगी। उसके पखों को इतने छोटे त्रिकोण आकार का बनाया जा सकता है कि वे उच्च-चाल पर परिभ्रमण के लिए पर्याप्त हों। पल्ल और पुच्छ-तल विल्कुल हटाए जा सकते हैं। इसके परिणामस्वरुप एक बहुत हल्का तथा अत्यंत दक्ष वायुयान बन जाएगा।

ब्रिटेन के एक क्रान्तिकारी लडाकू विमान हाकर सिडले हैरियर में एक भिन्न ऊर्ध्वाधर उठने वाले 'जेट-उत्पापन' विधि का प्रयोग किया जाता है। इस वायुयान में एक अकेला रोलस-रॉइस त्रिस्टल सिडले पिगासस टर्बोफैन इजन प्रयुक्त किया जाता है। इजन के सामने पखे से आने वाली उप-निकास वायु (by-pass air) घड के दोनों तरफ पल्ल के अग्र सिरो पर बने नोजिलो द्वारा निकाली जाती है। इजन के



हाकर सिडले हैरियर ऊर्ध्वाधर उठनेवाला लडाकू विमान ।

पिछले भाग में गरम गैसें घड़ पर और पीछे लगे नोजिलो के एक अन्य जोड़े से निकलती हैं। चारो नोजिलो का एकसाथ घुमाया जा सकता है। उनको घुमाकर अधोमुखी करके इंजन की समरत शक्ति ऊपर चढ़ने और अवतरण के लिए ऊर्ध्वाधर प्रणोद प्रदान करने के लिए प्रयुक्त की जा सकती है। ऊपर उठने के बाद एक सुरक्षित ऊँचाई पर जाकर नोजिलो को धीरे-धीरे घुमाकर उनका मुख पीछे की दिशा में किया जाता है, यह हैरियर की चाल बढ़ने के साथ-साथ धीरे-धीरे किया जाता है जब तक कि अन्ततः सारा प्रणोद नोदन के लिए प्रयुक्त न होने लगे। इसके फल-स्वरूप हैरियर में उच्च कायकुशलता होती है और उसे एक हैनिकॉप्टर की तरह प्रत्येक स्थान पर ले जा सकते हैं।

एक दिन 'जेट-उत्थापन' से यात्री-विमानों को धावनपथों की आवश्यकता ही नहीं रहेगी, परन्तु अभी ता टिजाइन-निर्माताओं के सामने 1970 के शुरू तक पहला पराध्वानिक यात्री विमान सेवा के लिए तैयार करने में ही बहुत-सी समस्याएँ हैं। ऐसे वायुयान यात्रियों का लन्दन से न्यू यार्क तक केवल 3½ घंटे में ले जा सकेंगे।

सबसे पहला पराध्वानिक यात्री विमान एक 155 टन का डेल्टा-पक्ष विमान एंग्लो फ्रेंच कॉन्फ़ोड हो सकता है जो चार 35 000 पौंड प्रणाद के ओलम्पिस टर्बोजेटों से शक्ति प्राप्त करता है जिम्म पुन तापक यंत्र भी

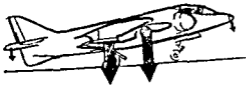
C



B



A



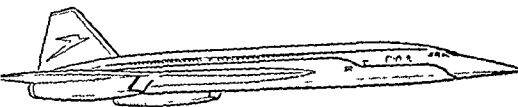
हाकर सिडले हैरियर के ऊपर चढ़ने का क्रम ।

- A ऊर्ध्वाधर ऊपर चढ़ान । जेट-नोजिल ऊर्ध्वाधरत अधोमुखी हैं । वायुयान इंजन के पूण प्रणोद से भूमि से ऊपर उठता है । नासिका, पुच्छ और पल सिरो का नियंत्रण 'जेट प्रतिक्रिया नियंत्रक' द्वारा होता है ।
- B सश्रमण । जेट-नोजिल पीछे की तरफ घूम रहे हैं । वायुयान आगे की ओर त्वरित हो रहा है । उसका पल उत्पादन बढ रहा है और इंजन उत्पादन घट रहा है । जैसे-जैसे धायु-चाल बढती है वैसे वैसे उडान नियंत्रक प्रभावी होते जाते हैं ।
- C क्षतिज उडान । जेट-नोजिल पूरी तरह क्षतिज है । वायुयान एक सामान्य उच्च चाल वाले लडाकू विमान की तरह काय करता है ।

होता है, और यह उत्तरी अटलांटिक माग पर 136 यात्री तक ले जा सकता है ।

रूस ने भी अपने Tu 144 पराध्वानिक यात्री-विमान के लिए डेल्टा पय पसन्द किया है परंतु विश्वास है कि भविष्य मे 'भूलता पय' उपयोगी रहेगा, क्योंकि इससे निम्न-चाल पर अवतरण और आरोहण सम्भव होगा ।

पुच्छ-प्रथम (tail-first) या कैंनाड का विमान बहुत प्रसिद्ध होता जा रहा है क्योंकि इसमे पराध्वानिक चाल पर होने वाले उत्पादन मे कमी तथा नाक-नीचे रहने की प्रवृत्ति पर नियंत्रण रखा जा सकता है

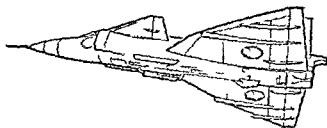


एंग्लो फ्रेंच डॉकॉड माख 2 2 पराध्वानिक यात्री विमान ।

तथा जब प्रघात-तरंग घड के साथ-साथ वापस चलता हुई ऐसी स्थिति तक पहुच जाती है कि वह माख 2 पर रुक नियंत्रणको परछा जाती है, उस समय भी नियंत्रण में सहायता मिलती है। यह विन्यास नॉथ अमेरिकन XB-70A वाल्कीरी माख 3 प्रायोगिक प्रममारो में प्रयुक्त होता है। नया साव विगेन (Saab Viggen) लडाकू वायुयान, जो 1970 के बाद स्वीडन की वायु-सेना के स्ववाङ्मनों में उपयोग किया जाएगा, उतना पुच्छ-प्रथम नहीं जितना टण्डेम पख वाला है। उसके अग्रिम पख में पल्ले (flaps) लगे होते हैं और इसमें विगेन बहुत छोटे धावनपथों पर उतर और उड सकना है।

अब तक निर्मित सभी पराध्वानिक यात्री विमान टर्बोजेट शक्ति-युक्त हैं परन्तु आगे आने वाले वर्षों में हम निश्चय ही रैमजेट की चर्चा सुनेंगे क्योंकि उच्च-चाल पर उनकी उपयोगिता बहुत अधिक है।

जैसा कि हम पृष्ठ 48 पर देख चुके हैं उनका एक सबसे रोचक उपयोग कुछ वर्षों के फ्रेंच नॉड ग्रिफन अनुसन्धान वायुयान में है क्योंकि उसका कुल घड रैमजेट के बाहरी खोल का काम करता है। वायुयान को भूमि से ऊपर उठाने के लिए और जहां रैमजेट चालू होता है वहां उच्च-चाल प्राप्त करने के लिए रैमजेट के मध्य भाग में एक 7700 पीड प्रणोद का ऐटार टर्बोजेट (Atar turbojet) स्थापित कर दिया जाता है। ये दोनों मिलकर ग्रिफन को 1400 मी प्रघ की चाल प्रदान कर सकते

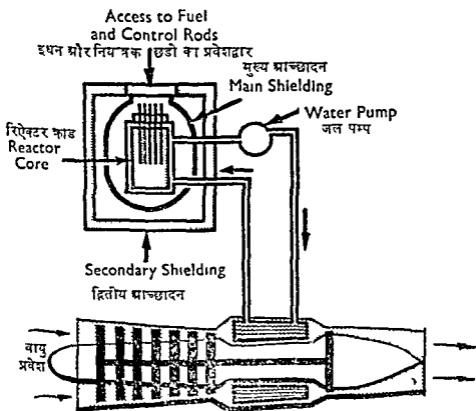


विचित्र टण्डेम-पख साथ AJ 37 विगेन लडाकू वायुयान ।

है और उमकी चाल केवल उसके वायु-ढाँचे के कारण ही सीमित होती है।

इनमें से किसी एक तरीके से भविष्य की उड़ान में क्रांतिकारी परिवर्तन हो सकते हैं, और इसके अतिरिक्त कई और भी हैं जिनमें आधुनिक कैरोसिन (kerosine) और 'वाइड-कट' गैसोलीन ('wide cut' gasoline) के स्थान पर पेण्टाबोरेन (pentaborane) जैसे रासायनिक ईंधन के उपयोग से प्रति पौंड ईंधन पर अधिक शक्ति प्राप्त होती है। अन्ततः परमाणु-इंजन भी मैदान में आएगा जो निश्चय ही एक 'जेट' या टर्बोप्रॉप के रूप में प्रयुक्त होगा।

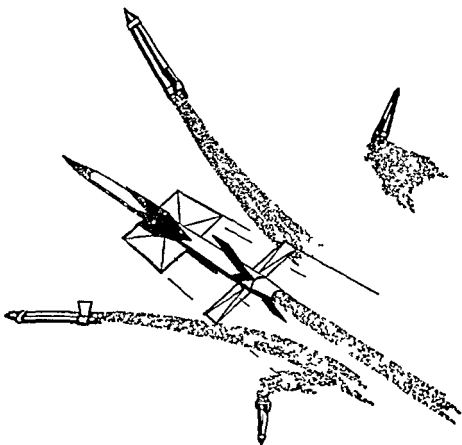
हम रॉकेट को भी उपेक्षा नहीं कर सकते हैं जो आखिर एक प्रकार का जेट-इंजन ही है।



भविष्य का शक्ति-समय यह ऊष्ण वायु टर्बोजेट हो सकता है जिसमें वायु-जल ऊष्मा विनिमय-यंत्र—जिसमें परमाणु रिएक्टर से ऊष्ण जल प्राप्त होता रहता है—सामान्य दहन कक्ष का स्थान ले लेगा।

अन्तरिक्ष में

हमारे युग और इसकी प्रवृत्तियों के अनुसार सामान्यतः रॉकेटों का सम्बन्ध गार्ड फॉक्स (Guy Fawkes) निर्देशित प्रक्षेपास्त्र या अन्तरिक्ष-उड़ान से समझा जाता है जो इस पुस्तक के विषय-क्षेत्र से



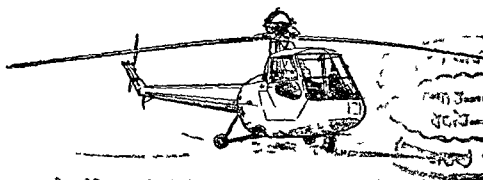
एक प्रक्षेपास्त्र से निष्कृते हुए ठोस इंधन-बूस्टर रॉकेट जिन्होंने वायु में उसकी सहायता की थी।

बाहर हैं। परन्तु इसमें रॉकेट सम्मिलित कर उन चाहिए क्योंकि वे एक प्रकार के जेट-इंजन ही नहीं हैं बल्कि जेट-विमानों के लिए गति-मयत्र के रूप में उनका महत्त्व बहुत अधिक बढ़ता जा रहा है।

दा मून प्रकार के रॉकेट ही हैं।

पहले प्रकार के रॉकेटो में ठोस ईंधन (या प्रणोदक) जलाए जाते हैं और ये उसी प्रकार के रॉकेट है जिन्हे पाच नवम्बर के उत्सव में उडाकर खुशी मनाई जाती है और जिनका गम्भीर उपयोग वायुयान और प्रक्षेपास्त्रो के ऊपर उठने में 'बूस्टरो' (boosters) के रूप में होता है।

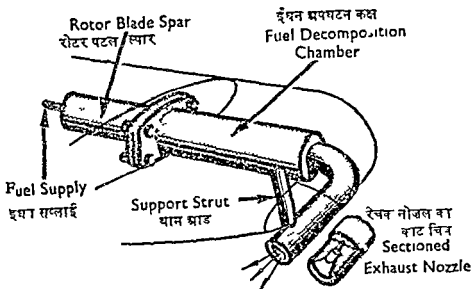
दूमरे में द्रव ईंधन (प्रणोदक) का उपयोग होता है और इसी से हमारा मुख्य मन्त्र-घ है क्योंकि इसे वायुयान के मुख्य शक्ति सयत्र तथा ऊपर उठने में महायक के रूप में प्रयुक्त किया जाता है। इसमें प्रणोद एक टर्बोजेट की तरह ही अर्थात् दहन-कक्ष में प्रणोदको के दहन की प्रतिक्रिया से प्राप्त किया जाता है। मुरय अन्तर यह है कि इसमें प्रणोदको में स्वयं अपनी ही ऑक्सीजन होती है और इसे वायु से ऑक्सीजन लेने की जरूरत नहीं होती, इसलिए अधिक ऊँचाई पर 'कम' हवा में शक्ति की हानि नहीं होती।



स्कीटर हेलिकॉप्टर जिसमें रोटर की नाभि के ऊपर HTP रॉकेट प्रणोदक का टक रहता है।

वास्तव में यह जितना ऊपर उड़ता है उतना ही यह अधिक दक्ष हो जाता है और रॉकेट की अधिकतम शक्ति रिक्त अन्तरिक्ष में ही उत्पन्न होती है जहाँ पर उसके अग्रिम प्रणोद में कमी करने के लिए वायु का प्रतिरोध नहीं होता।

कभी-कभी HTP (High Test Peroxide) जैसा एक अकेला प्रणोदक प्रयुक्त किया जाता है क्योंकि जब इसे दहन-कक्ष में भरा जाता है तो वहाँ विघटित होकर ऑक्सीजन और भाप उत्पन्न करता है और इससे प्रणोद उत्पन्न होता है। इसके परिणामस्वरूप एक अत्यन्त सरल सयत्र बन जाता है जैसा कि स्कीटर हेलिकॉप्टर में परीक्षण के लिए रखा गया था। उसकी ऊर्ध्वाघर आरोहन-दर एक पौंड भार के छोटे नेपियर रोटर-सिरा रॉकेट-मोटरो द्वारा 230 से बढ़ाकर 1400 फुट प्रति-



हैलिकांटर रोटर के सिरे पर बना हुआ नेपियर रॉकेट भाग।

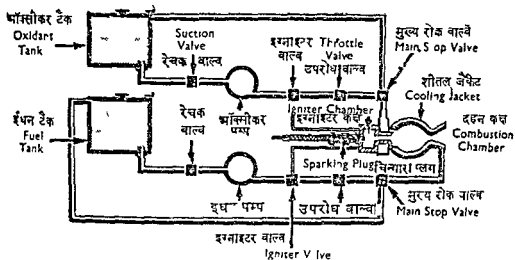
मिनट कर दी गई थी। इनकी सप्लाई रोटर की नाभि के ऊपर लगे H T P के टैंक से होती थी।

अधिक प्रचलित तरीका यह है कि दो प्रणोदकों का उपयोग किया जाता है, जिनमें से एक ईंधन होता है और दूसरा ऑक्सीकरण (oxident) होता है जिसके साथ वह दहन-कक्ष में मिश्रित होता है। वायुयान रॉकेट-इंजनों में प्रयुक्त होने वाला सबसे सामान्य ईंधन कैरोमिन (मिट्टी का तेल) या गैसोलीन है और सामान्य ऑक्सीकरण उच्च परीक्षण (high test) पैराऑक्साइड, द्रव ऑक्सीजन या नाइट्रिक अम्ल हैं।

जैसा सामने के चित्र से स्पष्ट है एक रॉकेट सस्थापन बहुत सरल है और रॉलस-रॉयस ब्रिस्टल टाइप-2 (Rolls Royce Bristol Type 2) जैसे इंजन जो ब्रिटिश ब्लक ऐरो अनुसन्धान रॉकेट को शक्ति प्रदान करते हैं केवल 318 पाउंड भार पर 15 300 पाउंड प्रणोद उत्पन्न करते हैं। इसमें कठिनाई यह है कि इसमें प्रति मिनट दो टन प्रणोदक जलते हैं।

परन्तु जहां-वहीं अल्प काल के लिए अधिक शक्ति की आवश्यकता होती है वहाँ रॉकेट का कोई मुकाबला नहीं कर सकता। यही वजह है कि कुछ अद्यतन लड़ाकू विमानों में, जेट और रॉकेट-इंजन दोनों ही होते हैं, इसका उदाहरण है फ्रेंच दासाउल्ट मिराज III (French Dassault Mirage III)।

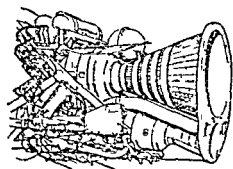
जब मिराज III अन्तरिक्ष के रूप में इस्तेमाल होना है तो वह अपने ट्वोजेट की शक्ति से ही ऊपर उठ सकता है और जब ऊँचाई पर जेट की



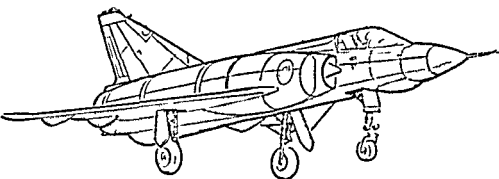
रॉकेट संस्थापन का रेखाचित्र ।

जब पायलट अपने मुख्य स्विच को चालू करता है तो इजन और ऑक्सीजन पम्प घूमने लगते हैं । इग्नाइटर वाल्व अपने आप खुल जाता है और दोनों प्रणोदक इग्नाइटर-कक्ष में प्रवाहित होने लगते हैं और चिंगारी-प्लग जलने लगता है । इससे इग्नाइटर जलने लगता है और दहन कक्ष में ज्वाला का एक किरणपुंज पहुंचता है । अब मुख्य रोक वाल्व (main stop valve) स्वयं खुल जाते हैं और इग्नाइटर वाल्व बंद हो जाते हैं । प्रणोदक दहन कक्ष में बहने लगते हैं और ज्वाला किरण-पुंज से बहक उठते हैं । रॉकेट जल जाता है, चिंगारी प्लग को जाने वाली धारा टूट जाती है और इग्नाइटर-कक्ष में प्रणोदक जाने बंद हो जाते हैं । इसके बाद दहन-कक्ष में जाने वाले ईंधन का नियंत्रण पायलट अपने उपरोध से उपरोध वाल्वों द्वारा करता है ।

शक्ति कम होने लगती है तब ऊपर चढ़ने की उच्च-दर बनाए रखने के लिए रॉकेट-मोटर को चालू कर सकता है और फिर उपयुक्त ऊंचाई पर पहुंचकर ईंधन बचाने की दृष्टि से अकेले टर्बोजेट से सामान्य उड़ान कर सकता है । जब उसका लक्ष्य सामने हो तब रॉकेट को पुन चालू कर दिया जाता है जिससे वह प्रणोद प्राप्त करके पराध्वानिक चाल प्राप्त कर लेता



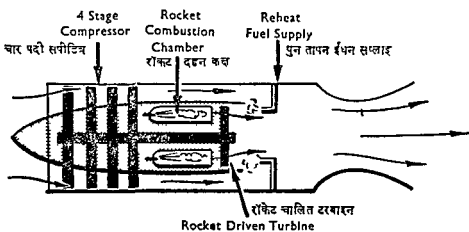
रोन्स रॉइस क्रिस्टल स्टेप्टर ट्रिक्ल दाता रॉकेट इजन जो द्विटेन के V-बममारों में रहते हैं स्टील स्टैंड ऑफ बम के लिए शक्ति-समर्थन का काम करता है ।



फ्रेंच वासाडल्ट मिराज III E लड़ाकू विमान में घड़ के पिछले भाग की तली में एक रॉकेट इंजन होता है जो ऊपर चढ़ते समय और लड़ाई के समय उससे टर्बोजेट को स्थापित पहुँचाता है।

है और दुश्मन पर शीघ्रता के साथ हमला कर सकता है। उसके बाद वह पुन अपनी टर्बोजेट शक्ति से झट्टे पर वापस लौट सकता है।

यह युक्ति स्वयं रॉकेट-मोटर के उपयोग के मुकाबले में अधिक प्रयोगात्मक है और अतः यह सम्भव हो सकता है कि दोनों प्रकार के शक्ति-सयंत्रों को एक-एक टर्बो-रॉकेट इंजन के रूप में संकलित किया जाय।

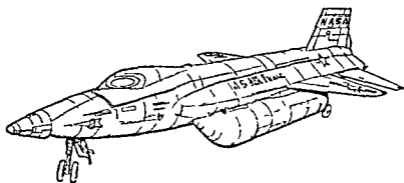


टर्बो रॉकेट इंजन।

टरबाइन, रॉकेट दहन कक्षों से आने वाली गसों से चलता है और संपीडित्र को चलाता है। यह एक नली-युक्त पखे की तरह कार्य करता है जो एक उप माग नली से वायु को पुच्छ-नली में भेजता है जहाँ एक पुन तापन सयंत्र रहता है।

मूलतः यह एक नली-युक्त पंखा और पुनः तापक होगा परन्तु इसका पंखा या सम्पोजिट रॉकेट-टर्बाइन द्वारा चालित होगा। इससे कुछ ऐसी अति-तापन समस्याएँ हल हो जाती हैं जो टर्बोजेट में अधिक चाल होने पर सामने आती हैं।

स्वयं रॉकेट-मोटरो का पायलट-युक्त वायुयानों में केवल अनुसन्धान-कार्य के लिए महत्त्व हो सकता है। पहले ही उनसे सबसे पहला ध्वनि-वेग से भी तेज उड़ान वाला वेल् X-1 1947 में उड़ाया जा चुका है और 1962-67 में उत्तरी अमरीकी X-15 को अनौपचारिक चाल और ऊँचाई का रिकार्ड क्रम से 4532 मी प्र. घ. और 354,200 फुट स्थापित करने का श्रेय उन्हीं प्राप्त है। X-15 में प्रयुक्त होने वाला थियोकोल (Thiokol) XLR 99 रॉकेट-इंजन 57000 पौड प्रणोद देता है और पायलट-युक्त विमानों में प्रयुक्त होने वाला अब तक का सबसे शक्तिशाली इंजन है।



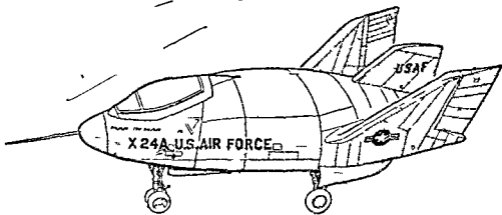
घड़ की प्रत्येक भुजा पर उठाये हुए फँकने योग्य बाह्य टर्बो में अतिरिक्त प्रणोदका के साथ उत्तरी अमरीकी X-15A-2 अनुसन्धान वायुयान अपने नवीनतम रूप में।

X-15 जितना वायुयान है उतना ही एक प्रक्षेपास्त्र भी है और उसे उसी 'ऊष्मा अवरोध' की समस्या का सामना करना होता है जो प्रक्षेपास्त्र में सामने आती है। उसकी ऊपरी त्वचा पर वायु प्रवाह के घषण से उच्च-चाल पर ताप इतना बढ़ जाता है कि उच्च-शक्ति की धातुएँ जैसे स्टेनलेस स्टील और निकिल की मिश्र धातुएँ प्रयुक्त करनी पड़ती हैं और जेमिनी अन्तरिक्षयान की भाँति एक प्रज्वलित अपभ्रक प्लास्टिक के सोल से ढका रहता है। चालक-वध और उपकरण प्रणालियाँ द्वारा ठंडे रखे जाते हैं और यदि त्वचा का ताप बहुत अधिक बढ़ने लगे तो पायलट को सूचित करने के लिए विशेष उपकरण होते हैं। उसका नियंत्रक (कंट्रोल) भी सामान्य नहीं होते क्योंकि वायुमण्डल में X-15 का

नियंत्रण एक प्रक्षेपास्त्र की भाँति पूणत उसके पुच्छ-पृष्ठों द्वारा होता है और अन्तरिक्ष में नियंत्रण के लिए उसकी नासिका में रॉकेट-जेट और पख होते हैं।

अपनी महान् सफलताओं से X 15 ने कई ऐसी समस्याओं को हल करने में मदद की है जिनका उत्तर, भविष्य के पराध्वानिक विमानों का पूरा लान उठाने से पहले, प्राप्त करना जरूरी है और जो वायुमंडल से ऊपर अन्तरिक्ष में पहुँचने पर सामने आती है। वायुमंडल में ऊपर के पहले 50 मील सबसे कठिन होते हैं और वापसी यात्रा के 50 मील सबसे खतरनाक होते हैं क्योंकि वही पर वायुयान और उसके यात्रियों को वायु के घषण द्वारा एक उल्काप्लम की तरह जल जाने से बचाने के लिए विशेष सावधानी की आवश्यकता होती है।

भविष्य में कक्षा में चक्कर लगाते हुए अन्तरिक्ष-स्टेशनों में अन्तरिक्ष यात्रियों और वैज्ञानिकों को वापिस लाने के उद्देश्य से डिजाइन बनाने वाले बिना पख के मार्टिन मरीटा X-24A (Martin Marietta X 24A) जैसे विचित्र दिखलाई देने वाले वायुयानों को बनाने का काय कर रहे हैं।



मार्टिन मरीटा X 24A उत्पाक शरीर अनुसंधान वायुयान।

इसे उत्पाक शरीर या कहते हैं और यह पखों के बजाय पक्षकाकार (foil shaped) शरीर की सहायता से ऊपर को उठता है। X-15 की भाँति X 24A भी एक उडान-परीक्षित यान है जिसे B-52 मूल यान' के पख के नीचे से काफी ऊँचाई से गिराया गया है। सम्भवत भविष्य के उत्पाक-शरीर यान उस प्रकार के त्रिशाल लाच रॉकेटों द्वारा अन्तरिक्ष में ले जाए जाएँगे जस अपोलो चंद्रयान के लिए इस्तेमाल हो रहे हैं और उन पर पृथक् हाने वाले प्लास्टिक ऊष्मा-रक्षक का आवरण लगा होगा। यात्रियों

को वापिस पृथ्वी पर लाने के लिए जब यान वायुमंडल में पुनः प्रवेश करेगा तो ये आवरण जल जाएंगे। इस प्रकार के यानों का सबसे बड़ा लाभ यह है कि जेमिनी और अपोलो के यात्रियों द्वारा इस्तेमाल अंतरिक्ष यानों की अपेक्षा उनका अधिक युक्तिचालन (manoeuvre) हो सकता है जिससे उन्हें हवाई अड्डों पर पहियों द्वारा या फिसलाकर उतारा जा सकता है और हवाई छतरी के द्वारा सम्भावित अनिश्चित उतराई से बचा जा सकता है।

पहले जेट-विमान की प्रथम उड़ान के लगभग 30 वर्षों के अन्दर तथा ध्वनि-से-तेज चाल वाले विमानों की उड़ान में 22 वर्षों के बाद ही ऐसी उड़ान की योजना मात्र भी इस बात की सूचक है कि उड़ान की प्रथम शताब्दी के अन्त तक हम अभी बहुत से कठिने देखने की आशा कर सकते हैं।

पारिभाषिक शब्दावली

अक्षीय-प्रवाह	axial flow	नादक नोजिल	propelling nozzle
टर्बोजेट	turbojet	रूपांतर गियर	reduction gear
अक्षीय सम्पीडित्र	axial compressor	पराध्वानिक	supersonic
अग्र प्रणाद	forward thrust	परावतक प्लेट	deflector plate
अति चक्रण	super circulation	परिवर्ती आघात	variable incidence
अति भरक	super charger	परिवर्ती ज्यामिति	variable geometry
अधोमुखी कोण	downward angle	पख	wing
अपकेन्द्री सम्पीडित्र	centrifugal compressor	पलीता	igniter
अवचक्र	undercarriage	पारध्वानिक	transonic
अश्वशक्ति	horsepower	पुन नापन	re heat
आवेग नली	impulse duct	प्रभेपास्त्र	missile
उत्क्रमणीय प्लान	reversible pitch	प्रघात-तरंग	shock wave
नोदक	propeller	प्रणोद उत्क्रमण	} thrust reverser
उत्तर ज्वलन	after burning	युक्ति	
उत्थापन जट	lift jet	प्रणाद प्रतिचालक	propulsive jet
उपध्वानिक	subsonic	नोदक जट	prototype
उप माग इंजन	by pass engine	प्ररूप	inlet guide vane
उप माग टर्बोजेट	by pass turbojet	प्रवेश मागदांक फलक	refrigerator
उपरोध	throttle	प्रतीनित्र	flap valve
एकस्व	patent	पलप वाल्व	torque
क्वण	drag	बनआघुण	disc
घूर्णन	rotation	मडलक	mechanical transmission
जोवा	chord	यांत्रिक प्रेषण	exhaust gas
भ्रूलता-पख	swing wing	रेचन गैस	exhaust nozzle
टर्बोइन् पटल	turbine blade	रेचक नाजिल	curved vane
टर्बो जनित्र	turbo generator	रुक्क पत्रक	annular
त्रिज्य पत्रक	radial vanes	बलयाकार	wind tunnel
घड	fuselage	वात-सुरंग	turbulent
धारारेखन	streamlining	विक्षुब्ध	reverse flow
धावनपथ	runway	विपरीत प्रवाह	variant
ध्वनि भ्रवरोध	sound barrier	विभेदी	aeronautics
ध्वानिक गजन	Sonic Boom	वमानिकी	universal joint
नाभि	hub	सर्वमुखी जोड	aileron
निमोनिक निकल	monomic nickel	सहपत्र	tip jet
		सिराजेट	

THE PROGRESS OF SCIENCE Series in Hindi
(All books are fully illustrated or Plates on art paper)

Great Discoverers in Modern Science

	Patrick Pringle
Modern Scientists At Work	Amabel Williams Ellis
Men Who Changed The World	Egon Larsen
Men Who Shaped The Future	Egon Larsen
The Common Sense of Science	J Bronowski
Everyday Science Topics Book I III	T A Tweedle
Stories from Science Book I IV	Sutcliffe & Sutcliffe
Achievements of Science I VIII	M Anderwood
The Making of Man by	
	I W Cornwall & M Maitland Howard
	(Carnegie Medal Winner)
Diversity of Man	Robin Clark
Animal life in the Tropics	E M P Walters
Life in the Deep	Maurice Burton
Planet Earth	Dr Ronald Fraser
Weather	R S Scorer
The World of Feelings	J D Carthy
Nature and Man	John Hillaby
Biology for the Modern World	C H Waddington
Great Moments in Astronomy	Archie E. Roy

SCIENCE WORK LIKE THIS Series in Hindi
(All books are fully illustrated or Plates on art paper)

Television Works Like This	J & R Bendick
Radar Works Like This	Egon Larsen
Sound Recording Works Like This	
	Clement Brown
Atoms Works Like This	John Rowland
Helicopters Works Like This	
	Basil Arkell & John W R Taylor
Transistors Work Like This	Egon Larsen
Jet Planes Work Like This	John W R Taylor
Rockets & Satellites Work Like This	
	John W R Taylor
Trains Work Like This	
	David St John Thoma.
Cameras Work Like This	Maurice K. Kidd
Transport	Egon Larsen